

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO



**ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA NO ENSINO  
SECUNDÁRIO: EXAMES E TRABALHO EXPERIMENTAL**

**Alexandra Isabel da Assunção Preto**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

Área de Especialização: Didáctica das Ciências

2008

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO



## **ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA NO ENSINO SECUNDÁRIO: EXAMES E TRABALHO EXPERIMENTAL**

**Alexandra Isabel da Assunção Preto**

Orientadora: Professora Doutora Cecília Galvão

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

Área de Especialização: Didáctica das Ciências

2008

## **AGRADECIMENTOS**

No momento da conclusão desta dissertação, compete-me agradecer a todos os que, de alguma forma, contribuíram para que eu a tenha conseguido levar a bom termo.

À minha orientadora, a Professora Doutora Cecília Galvão, cujo conhecimento e elevada competência me guiaram durante esta investigação. Não só me deu valiosas sugestões que contribuíram para enriquecer o meu trabalho, com também me apoiou nos momentos mais difíceis com elevada dedicação.

Aos professores que colaboraram comigo e que acreditaram nesta investigação.

A todos os meus amigos e colegas que, de alguma forma, me apoiaram e se disponibilizaram a ajudar.

E aos meus pais, pelo amor incondicional e incentivo constantes.

## RESUMO

No âmbito da actual reforma curricular do Ensino Secundário surge a disciplina bial de Biologia e Geologia com o principal objectivo de contribuir para o aumento da literacia científica dos jovens portugueses. Para a sua concretização, os professores deverão promover um ensino prático de natureza experimental, principalmente de tipo investigativo. Contudo, constatou-se que continuavam a oferecer resistência à mudança, perpetuando rotinas de trabalho experimental fortemente embebidas no ensino por transmissão.

De modo a aferir se as aprendizagens veiculadas nos documentos oficiais estão a ser desenvolvidas, nomeadamente as que se relacionam com o trabalho experimental, o Ministério da Educação implementou, em 2006, os exames nacionais à disciplina de Biologia e Geologia. Neste contexto, esta investigação tem como objectivo averiguar que influências exercem na recontextualização do programa de Biologia e Geologia do 11º ano no que se refere ao trabalho experimental.

Para este efeito, realizou-se um estudo de natureza qualitativa segundo uma abordagem interpretativa. Os participantes foram três professores a leccionarem a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano em escolas situadas na área da grande Lisboa e 30 dos seus alunos. Como métodos de recolha de dados seguiu-se a observação, a entrevista semi-estruturada e a análise documental.

Após a análise dos dados verifica-se que os professores reconhecem que os exames nacionais, à semelhança do programa que pretendem avaliar, apresentam um elevado nível de exigência conceptual e apelam ao desenvolvimento de várias competências. Contudo, ao constituírem-se como provas escritas e de duração limitada, acabam por não avaliar, entre outras competências, as que se associam com o domínio prático do trabalho experimental. Esta constatação, aliada à grande quantidade de conteúdos programáticos que os professores são compelidos a cumprir, poderá ter contribuído para que, muito embora reconhecessem a importância do trabalho experimental, o tenham implementado com pouca frequência e sem a qualidade desejada.

**Palavras-chave:** Educação em ciências, estratégias de ensino-aprendizagem, trabalho experimental, Biologia e Geologia, Exames nacionais.

## ABSTRACT

Under the current Secondary Education curriculum reform appears the biennial subject of Biology and Geology with the aim of contributing to the increase of Portuguese students' scientific literacy. To perform this educational aim, teachers should promote an experimental teaching, especially of investigative nature. However, it appears that teachers continue to offer resistance to change, perpetuating routines of experimental work strongly embedded in the transmission approach.

In order to ascertain whether the learning carried by the official documents are being developed, particularly those related to the experimental work, the Ministry of Education implemented, in 2006, national examination to the subject of Biology and Geology. Thus, this research goal is to investigate the influence of national examinations in the recontextualization of Biology and Geology syllabi in the 11<sup>th</sup> grade with regard to the experimental work.

To this end, it was done a qualitative study according to an interpretative approach. The participants were three Biology and Geology teachers from schools situated in the outskirts of Lisbon and 30 of their 11<sup>th</sup> grade students. Data collection methods were observation, semi-structured interviews and documentary analysis.

After data analysis it appears that teachers recognize that national examinations, like the syllabi they are based on, have a high level of conceptual demand and appeal for the development of various competences. However, being a written test of limited duration, they do not assess, among other competences, those that are associated with the practical field of experimental work. This finding and the large amount of syllabi content that teachers are compelled to teach, may have contributed to a low frequency and therefore, a low quality of experimental work in Biology and Geology classes, although teachers recognize its importance.

**Key words:** Science education, teaching-learning strategies, experimental work, Biology and Geology, national examinations.

## ÍNDICE GERAL

<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO .....	2
1.2. PROBLEMA.....	4
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	5
<b>ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NAS SOCIEDADES MODERNAS.....	6
2.2. LITERACIA CIENTÍFICA – CAMPO SEMÂNTICO DIFUSO .....	9
2.3. A EMERGÊNCIA DE UM NOVO CURRRÍCULO EM CIÊNCIAS .....	12
2.4. A ACTUAL REFORMA CURRICULAR DO ENSINO SECUNDÁRIO EM PORTUGAL	15
2.4.1. O programa de Biologia e Geologia .....	19
2.5. O TRABALHO EXPERIMENTAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS .....	22
2.5.1. Evolução do papel atribuído ao trabalho experimental no ensino das	
ciências.....	25
2.5.2. O trabalho experimental implementado em Portugal .....	34
2.6. EXAMES PÚBLICOS NACIONAIS .....	38
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
3.1. PARTICIPANTES.....	45
3.2. DESENHO DA INVESTIGAÇÃO .....	46
3.2.1. Métodos de recolha de dados .....	49
3.2.2. Tratamento e análise dos dados.....	53
<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>

4.1.	AS PROVAS DE EXAME DE BIOLOGIA E GEOLOGIA .....	55
4.2.	OS ALUNOS E A PROVA DE EXAME DA 2ª FASE DE BIOLOGIA E GEOLOGIA ....	61
4.3.	OS PROFESSORES, O TRABALHO EXPERIMENTAL E AS PROVAS DE EXAME ....	69
4.3.1.	Perspectivas sobre as práticas pedagógicas .....	70
4.3.1.1.	As perspectivas sobre o trabalho experimental .....	73
4.3.2.	Perspectivas sobre os exames nacionais .....	79
4.3.3.	As práticas de trabalho experimental.....	82
4.3.4.	As práticas, os exames nacionais e as aprendizagens dos alunos.....	92
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>		<b>99</b>
5.1.	CONCLUSÕES DO ESTUDO.....	99
5.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	102
5.3.	RECOMENDAÇÕES.....	102
5.4.	SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES .....	103
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>104</b>
<b>APÊNDICE 1. GUIÃO DA PRIMEIRA ENTREVISTA.....</b>		<b>112</b>
<b>APÊNDICE 2. GRELHA DE REGISTOS DE OBSERVAÇÃO .....</b>		<b>115</b>
<b>APÊNDICE 3. GUIÃO DA SEGUNDA ENTREVISTA.....</b>		<b>116</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

1. Caracterização Académica e Profissional dos Professores Participantes.....	46
2. Critérios de Classificação para a Questão de Resposta Aberta.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Evolução temporal 2000-2006 da literacia científica dos alunos e alunas portuguesas.....	16
2. Relação entre o trabalho experimental com os trabalhos prático, laboratorial e de campo.....	25
3. Desenho da investigação.....	49
4. Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 1 da prova de exame da 2ª fase.....	63
5. Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 2 da prova de exame da 2ª fase.....	64
6. Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 3 da prova de exame da 2ª fase.....	65
7. Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 4 da prova de exame da 2ª fase.....	66

## ABREVIATURAS

EPT – Ensino por transmissão

EPD – Ensino por descoberta

MC – Método científico

EMC - Ensino para a mudança conceptual

EPP - Ensino por pesquisa

ME – Ministério da Educação

E1 – Primeira Entrevista

E2 – Segunda Entrevista



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

Numa sociedade democrática, multicultural e em constante mudança, onde a Ciência e a Tecnologia assumem cada vez mais um papel preponderante, há a necessidade de formar cidadãos responsáveis e críticos, capazes de participar em discussões e de tomar decisões ponderadas de índole científica e tecnológica. Neste sentido, torna-se imprescindível que a escola proporcione aos alunos uma literacia científica e tecnológica de qualidade, promovendo a aquisição de competências nos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. Espera-se, assim, que a escola crie condições para que os alunos mobilizem saberes, isto é, que analisem as várias situações com que se confrontam, compreendam o que é necessário para intervir, ajam e percebam os resultados dessa mesma acção (Pinto, 2002), possibilitando não só a sua integração futura no mercado de trabalho, mas também a promoção da sua formação e auto-formação ao longo da vida, indispensáveis ao pleno exercício da cidadania (Santos, 2002).

Em Portugal verifica-se que o ensino não está a conseguir dar resposta às necessidades da sociedade, pois ainda não consegue oferecer “uma cultura científica adequada a todos os alunos a nível da escolaridade básica, nem entusiasmar suficientemente os sobreviventes para enveredarem em seguida por percursos académicos de índole científico/tecnológica” (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002, p. 39). Face a esta realidade, houve a necessidade de repensar e reavaliar o ensino e a aprendizagem, nomeadamente através do levantamento dos principais problemas e desajustamentos verificados na organização e desenvolvimento curricular no âmbito das Ciências. Daqui resultou a actual revisão curricular do Ensino Secundário que valoriza, chegando mesmo a impor como obrigatório, o trabalho experimental em Ciências, perspectivando-o como uma via privilegiada para o desenvolvimento de aprendizagens significativas por parte dos alunos (DES, 2003). De modo a aferir se as aprendizagens veiculadas nos documentos oficiais estão a ser desenvolvidas ou não, foram ainda implementados exames nacionais à disciplina de Biologia e Geologia que entretanto surgiu no âmbito desta reforma curricular.

O desejo de averiguar como o trabalho experimental é implementado no ensino secundário neste novo contexto, conduziu à realização de uma investigação, no âmbito do Mestrado em Educação, especialidade Didáctica das Ciências, centrado no estudo das práticas pedagógicas de professores a leccionar nos arredores de Lisboa. Neste sentido, apresenta-se, na presente secção, o quadro conceptual ou teórico onde a investigação se insere, justifica-se a sua relevância sob o ponto de vista educacional e enuncia-se, de forma clara e sem ambiguidades, o problema a investigar, bem como, os objectivos que o permitem operacionalizar.

### **1.1. CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO**

Hoje em dia, o trabalho experimental é “um pólo de debate e de reflexão na educação em ciências, que faz emergir intervenções, por vezes divergentes, de todos os sectores da comunidade educativa” (Martins & Veiga, 1999, citados em Matos & Morais, 2004, p.3). Tal situação advém do termo trabalho experimental ser frequentemente utilizado em investigação para designar uma ampla diversidade de situações, o que resulta num campo semântico difuso e multifacetado. Assim, para garantir a coerência da presente investigação, entende-se o trabalho experimental como sendo uma actividade prática, pois os alunos têm um papel activo durante a sua realização, que se destina à manipulação e controlo de variáveis independentemente do local onde decorre (Hodson, 1988; 1994). Estas actividades podem apresentar vários graus de abertura, desde aqueles onde os alunos se limitam a observar e interpretar os dados obtidos, não participando na definição do problema, no levantamento das hipóteses e na elaboração do desenho experimental, até outros onde os alunos realizam verdadeiras investigações por resolução de problemas, isto é, onde “o aluno se aproxima ao máximo do que é fazer autêntica ciência” (Hodson, 1994, p.309).

No actual contexto do sistema educativo, o trabalho experimental deverá traduzir-se principalmente em actividades de natureza investigativa, onde os alunos são envolvidos numa resolução de problemas. No entanto, apesar desta modalidade de trabalho experimental ser considerada característica “sine qua non” de um ensino

de qualidade em Ciências (Miguéns, 1991), tem-se vindo a verificar que muitos dos trabalhos experimentais realizados nas escolas são improdutivos, pois os alunos não possuem uma compreensão teórica apropriada das actividades, geralmente caracterizadas por serem de tipo receita, chegando mesmo a criar concepções alternativas sobre os fenómenos que visualizaram na prática (Hodson, 1994).

Apesar de reconhecerem a importância do trabalho experimental em ciências, os professores continuam a utilizá-lo como via para atingirem metas pouco significativas no actual contexto da educação em ciências. Quando questionados relativamente à sua prática, os professores salientam que é muito difícil implementar o trabalho experimental nas aulas de ciências e sobretudo um de boa qualidade, quando os programas das disciplinas veiculados pelo Ministério da Educação são muito extensos no que respeita aos conteúdos a abordar (Marques, 2005). Referem ainda a falta de materiais e de espaços para a realização deste tipo de actividades experimentais, a ineficácia da formação contínua fornecida, e sobretudo a inexistência de manuais escolares com actividades experimentais de qualidade e igualmente atractivas aos alunos. Assim sendo, os professores, ao perpetuarem rotinas de trabalho experimental fortemente embebidas no ensino por transmissão, promovem uma resistência à mudança, que nem o crescente domínio operacional dos currículos está a conseguir ultrapassar (Marques, 2005).

Em 2006, o Ministério da Educação, estando ciente desta situação, implementou pela primeira vez os exames nacionais no final do 11º ano de escolaridade para aferir se as aprendizagens veiculadas nos documentos oficiais estão a ser desenvolvidas ou não nas escolas. Estes exames, apesar de serem escritos e de duração limitada, permitem avaliar o desenvolvimento de competências geralmente associadas a um ensino prático de natureza experimental, como sejam: definir o objectivo da actividade experimental, distinguir e seleccionar os grupos experimental e de controlo, planejar investigações, interpretar os resultados obtidos, fazer generalizações e retirar conclusões. Salienta-se assim a utilidade desta investigação, na clarificação de possíveis mudanças que possam vir a ocorrer nas práticas pedagógicas dos professores de Biologia e de Geologia do 11º ano relativamente ao trabalho experimental.

## **1.2. PROBLEMA**

Reflectindo sobre a versatilidade pedagógica do uso do trabalho experimental e sobre o desafio de o implementar correctamente, no contexto anteriormente apresentado, foi possível formular o problema que orientará a investigação:

Que influência exercem os exames nacionais na recontextualização do programa de Biologia e Geologia do 11º ano no que se refere ao trabalho experimental?

Tendo este problema como pano de fundo enunciaram-se os seguintes objectivos: (a) analisar as questões referentes ao trabalho experimental que saíram nos exames nacionais de Biologia e Geologia em 2006; (b) averiguar a opinião dos professores relativamente às questões que saíram nos exames nacionais; (c) analisar o actual programa de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade relativamente ao trabalho experimental; (d) caracterizar o tipo de modalidades de trabalho experimental implementadas nas aulas; (e) comparar o currículo instituído com o implementado; (f) averiguar quais as dificuldades e vantagens que os professores sentem quando implementam o trabalho experimental e (g) compreender como a prática pedagógica dos professores, no que respeita ao trabalho experimental, é alterada pelos exames nacionais.

Convém ainda salientar que o presente estudo pretende ser um contributo para o conhecimento sobre a influência dos exames nas práticas pedagógicas dos professores. Apesar de não permitir a obtenção de um panorama mais alargado sobre o currículo implementado nas escolas portuguesas através do trabalho experimental, devido aos métodos de recolha de dados e ao número de participantes envolvidos, espera-se que promova a reflexão, no seio dos professores, em torno do real valor dos exames no actual ensino das ciências.

### **1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação encontra-se organizada em cinco partes distintas:

- Introdução, onde se faz uma contextualização teórica mais geral da problemática em estudo, se explicita a sua relevância, se clarifica o conceito de trabalho experimental que serve de referencial a esta investigação, se definem o problema e os objectivos que a orientaram, bem como, as suas limitações.
- Revisão de literatura, onde se faz um enquadramento teórico da problemática em estudo no contexto da educação em ciências e, em particular, da actual reforma curricular do ensino secundário.
- Metodologia, onde, com base na literatura consultada, se procura justificar a metodologia e o desenho de estudo seguidos, apresentar os participantes do estudo e descrever pormenorizadamente o desenho da investigação.
- Resultados e discussão, onde se procuram apresentar os dados recolhidos durante a investigação propriamente dita e reflectir sobre eles.
- Considerações finais, onde se apresentam as conclusões da análise dos resultados com base no problema e no quadro teórico que lhe está subjacente, se reflecte sobre as limitações do estudo, se elaboram recomendações e se fazem sugestões para futuras investigações.

A dissertação termina com as referências bibliográficas e os anexos.

## **CAPÍTULO 2**

### **ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

Apesar de sabermos que em educação a cinética da inovação é sempre lenta, não é legítimo continuar com uma Educação em Ciência, hoje, com princípios e práticas de ontem para os alunos que vão viver amanhã.

Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.11

#### **2.1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NAS SOCIEDADES MODERNAS**

Hoje em dia é inegável o papel atribuído à Ciência na construção das sociedades actuais, ao proporcionar-nos, por um lado, uma explicação plausível sobre os fenómenos que ocorrem no mundo físico que nos rodeia e, por outro, uma melhor qualidade de vida graças às suas aplicações tecnológicas nas áreas da saúde, agricultura, telecomunicações, entre outras. Contudo, apesar de serem vários os benefícios resultantes do avanço do conhecimento científico e tecnológico, importa aqui salientar que o mesmo acarreta igualmente riscos para o indivíduo, para a sociedade e para o ambiente, dado o carácter ambivalente das inovações tecnocientíficas. Assim se, por exemplo, a agricultura intensiva possibilita a produção em massa de bens alimentares necessários para suprimir as necessidades das sociedades de consumo, também tem contribuído, através do uso de pesticidas e de um cultivo constante, para a degradação dos solos e de outros ecossistemas terrestres. Torna-se então necessária uma reflexão ética sobre a produção e a utilização do conhecimento científico, de modo a não se sobrepor o benefício imediato ao malefício futuro (Praia & Cachapuz, 2005). Para que isso seja uma realidade, os cidadãos devem ter um conhecimento elementar sobre estas questões de modo a acompanharem com interesse os debates públicos e a agir em conformidade com os valores que defendem (Millar & Osborne, 1998; UNESCO, 1999), isto é, os indivíduos devem possuir

um conhecimento útil e com significado social (...), cuja natureza é diferente da do conhecimento científico disciplinar, da “ciência pura”. Trata-se de um saber que prepara para a vida,

nomeadamente informando as decisões do cidadão, quando a comunidade científica não fala “ a uma só voz”. (...) Finalmente trata-se de um conhecimento que se constitui em instrumento para poder compreender a acção e, sobretudo, para interagir com ela. (Praia & Cachapuz, 2005, p.181)

Para além disso, a globalização dos mercados aliada ao crescimento exponencial do conhecimento científico e tecnológico, resultou também na necessidade de desenvolver nos indivíduos boas capacidades de comunicação, de raciocínio, de adaptabilidade à mudança e de actualização permanente, isto é, de auto-formação ao longo da vida (Millar & Osborne, 1998; NRC, 1996; Santos, 2002).

Assim, e de acordo com o que foi considerado na Conferência Mundial sobre “Ciência para o século XXI: Um novo compromisso” realizada sob a égide da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura é fundamental que se promova a educação em Ciências para todos os jovens pois a mesma “é essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de uma capacidade científica endógena e para uma cidadania informada e activa” (UNESCO, 1999, ponto 10).

Para tal deverão contribuir, em complementaridade, as situações de ensino formal das ciências, instituídas nas escolas; não formal, associadas aos museus, aos centros de ciência, aos meios de comunicação, entre outros; e informal, em resultado das várias vivências do dia-a-dia (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins, 1999, 2002b; Santos, 2002). No entanto, dever-se-á dar relevância ao ensino formal das ciências pois

O lugar privilegiado para desenvolver competências, para "aprender a aprender", continua a ser a escola. Aqui se aprende a sistematizar a informação e a pensar, a olhar criticamente a realidade circundante, a problematizar, a equacionar as questões, a construir hipóteses de solução. É na escola que, em larga medida, se aprende a ser cidadão livre, responsável, crítico e disponível para participar plenamente na vida colectiva das sociedades. (DES, 2000, p.3)

Deste modo, o ensino formal desempenha um papel determinante na construção da personalidade de cada indivíduo e na promoção de vários tipos de aprendizagens, sobretudo daquelas que exigem actividades estruturadas (Martins, 2003).

Neste sentido, deverá promover-se nas escolas a educação em ciência para todos os alunos, mas não a mesma ciência (Galvão, 2005; Osborne & Millar, 1998), isto é, os professores deverão organizar actividades tendo em conta os interesses e necessidades dos seus alunos, com vista a fomentar a sua plena realização individual em harmonia com o socialmente aceite. Tal pressupõe um ensino diferenciado das ciências, pois o aluno passa a ser perspectivado como uma entidade única, com

dificuldades muito próprias e com diferentes ritmos e estilos de aprendizagem que importa considerar. Neste sentido, há que partir de situações reais, embebidas nos contextos social e cultural dos alunos, para os levar a adquirir competência no exercício das suas funções laborais e civis (Cachapuz *et al.*, 2002; Martins, 1999, 2002), isto é, para os dotar com a faculdade de mobilizar, de um modo integrado, um conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes aquando da resolução de situações de aprendizagem complexas com que se vá confrontando o seu dia-a-dia (Galvão, 2002; Perrenoud, 1999; Roldão, 2003).

Contudo, a escola não deve apenas contribuir para que toda a população seja cientificamente literata, mas também assegurar um fluxo contínuo de cientistas e de outros especialistas qualificados que promovam o avanço do conhecimento científico e consequentemente o desenvolvimento económico do seu país (Martins, 1999, 2002a; Millar, 2002; Millar & Osborne, 1998; UNESCO, 1999; Woolnough, 1997), bem como de professores de ciências que possibilitem a concretização dos outros dois objectivos atrás referidos (Woolnough, 1997).

Ainda assim, vários autores (Bybee, 1997; Cachapuz *et al.*, 2002; Díaz, 2002; Millar & Osborne, 1998; Santos, 2002) defendem que, nos ensinos básico e secundário, importa privilegiar a educação de cidadãos cientificamente literatos, uma vez que esta é sempre necessária para uma boa vivência em sociedade, independentemente das profissões que optarem por seguir. Em Portugal essa ideia está expressa nas Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais para o 3.º ciclo (Galvão, 2001) ao estabelecer que no ensino básico “pretende-se contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos (...) fundamental para o exercício pleno da cidadania” (pp. 4 e 6). Ao nível do ensino secundário é realçada, por exemplo, no Programa de Biologia e Geologia (Amador & Mendes, 2001) quando se sublinha a importância de

uma literacia científica sólida que nos auxilie a compreender o mundo em que vivemos, identificar os seus problemas e entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos (...) sob pena de uma crescente incapacidade dos cidadãos para desempenharem o seu papel no seio da democracia participada e em garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas (pp. 3 e 4).



Contudo, para melhor se compreender como podemos atingir esta grande finalidade da educação em ciências, isto é, elevados níveis de literacia científica para toda a população, tentar-se-á em seguida clarificar o seu conceito.

## **2.2. LITERACIA CIENTÍFICA – CAMPO SEMÂNTICO DIFUSO**

Apesar da literacia científica (termo utilizado nas culturas anglo-saxónicas) ou da alfabetização científica (termo utilizado nas culturas francófonas) ser quase universalmente desejada e aceite, o seu significado encontra-se envolto por uma grande indefinição que, de certa forma, dificulta a operacionalização dos objectivos curriculares que a permitem alcançar (DeBoer, 2000; Hodson, 2003). Assim, antes de prosseguir, é importante compreender alguns dos significados atribuídos ao termo, destacar as suas semelhanças e diferenças, para se poder reorientar o pensamento acerca da educação em ciências.

Segundo DeBoer (1991, 2000) e Bybee (1997), o termo literacia científica surgiu pela primeira vez como finalidade da educação em ciências no final da década de 50, em virtude do crescente desenvolvimento científico e tecnológico e das suas repercussões sobre a sociedade da época. Começava a emergir a ideia de um currículo em ciências que não promovesse apenas a formação de futuros cientistas, mas também a educação de todos os indivíduos para as potencialidades e limitações do conhecimento científico, de modo a poderem tomar decisões responsáveis sobre assuntos sociais com base científica (Shamos, 1995; DeBoer, 1991, 2000). Foi neste contexto que, em 1958, Hurd e McCurdy começaram a utilizar o termo literacia científica como compreensão da ciência e das suas implicações na sociedade.

Contudo, nem Hurd nem McCurdy demonstraram grande preocupação em tornar mais claro o seu significado, o que só vem a acontecer mais tarde, em 1966, com Pella, O'Hearn e Gale, após a análise de cem artigos no âmbito da educação (Bybee, 1997; Chagas, 2000; Hodson, 1998, 2005). Segundo estes autores um indivíduo revela literacia científica quando compreende os conceitos básicos de ciência e a natureza da ciência, reconhece as implicações que a ética exerce sobre a actividade do cientista e as relações de interdependência entre a ciência e a sociedade e entre a

ciência e as humanidades, bem como, as diferenças entre a ciência e a tecnologia. Esta perspectiva da literacia científica, quando comparada com as outras que lhes sucederão, é bastante reducionista, pois encontra-se ainda bastante centrada nos conhecimentos.

Alguns anos mais tarde, em 1971, o termo adquiriu novos contornos quando a *National Science Teachers Association* (NCTA) dos Estados Unidos propôs uma definição de literacia científica que envolvia a utilização de conceitos e procedimentos científicos, capacidades, bem como, a manifestação de atitudes na tomada de decisões sobre assuntos sociais e ambientais do dia-a-dia, bem como, a compreensão das inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Bybee, 1997; DeBoer, 1991, 2000). A literacia científica teve uma grande proeminência nesta altura ao ser conotada como o mais importante objectivo da educação em ciências que, deste modo, deveria promover nos alunos a compreensão do mundo que os rodeava, bem como, a aquisição de competências que lhes permitissem realizar novas aprendizagens ao longo da vida.

Em 1989, o documento *Science for all americans: Project 2061*, publicado pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1989), reforça alguns aspectos anteriormente mencionados como sejam as relações entre saberes, enfatizando assim a necessidade de se construírem conceitos cada vez mais abrangentes e integradores. Deste modo, atribui um maior destaque à promoção das capacidades de pensamento. Neste sentido, um indivíduo literato em ciências é

aquele que reconhece a ciência, a matemática e a tecnologia como actividades humanas interdependentes, com potencialidades e limitações; compreende os conceitos chave e princípios da ciência; está familiarizado com o mundo natural e reconhece quer a sua unidade quer a sua diversidade; usa o conhecimento científico e os modos de pensamento científico para propósitos individuais e sociais. (AAAS, 1989, 1990, p.4)

Mais recentemente, e tendo por base uma educação em ciência para todos, o *National Research Council* (NRC, 1996) considerou que os indivíduos podem manifestar várias formas e graus de literacia científica ao longo das suas vidas. Os graus mais avançados de literacia científica poderão ser alcançados muito depois do ensino formal instituído nas escolas que, ainda assim, ao contribuir para o desenvolvimento de atitudes e valores face à ciência, condiciona o modo como a literacia científica se desenvolve no indivíduo adulto. Foram assim definidos padrões que, ao descreverem

aquilo que todos os indivíduos deviam compreender e ter capacidade de fazer como resultado das suas experiências de aprendizagem, se pretendiam como uma definição explícita de literacia científica. Neste sentido, uma pessoa literata em ciências é capaz de: a) perguntar e encontrar respostas às questões do dia-a-dia que despertaram a sua curiosidade; b) ler e compreender a informação científica expressa em artigos publicados em jornais e revistas, bem como, discutir a validade das conclusões aí apresentadas; c) identificar questões científicas subjacentes a decisões locais e nacionais e assumir posições fundamentadas do ponto de vista científico e tecnológico; d) avaliar a qualidade da informação científica tendo em conta as fontes utilizadas e as metodologias de investigação seguidas e, e) propor e avaliar argumentos baseados em evidências científicas para posteriormente poder retirar conclusões válidas.

Na mesma linha de pensamento, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) propõe no âmbito do *Programme for International Student Achievement* (PISA) que a literacia científica é

a capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidências, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efectuadas através da actividade humana (OECD, 2002, p.12).

Hodson (1998, 2003) vai mais longe ao defender uma abordagem mais personalizada da ciência e dos cientistas e uma politização do currículo, que deverá, à semelhança de Hurd (2002), ser vivido. Neste sentido, acredita que educar os alunos para a literacia científica é equipá-los “com a capacidade e o comprometimento para realizar acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e ético-moral” (Hodson, 1998, p. 4). Advoga a promoção nas escolas de uma literacia científica crítica da seguinte forma: a) aprendendo ciência, isto é, adquirindo e desenvolvendo um conhecimento dos principais conceitos, princípios, leis e teorias científicas; b) aprendendo acerca da ciência, ou seja, desenvolvendo uma compreensão da natureza e dos métodos da ciência, da sua história e das relações de interdependência entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente; e c) fazendo ciência, isto é, desenvolvendo e adquirindo experiência em inquérito científico e na resolução de problemas. Pretende-se com isto que os indivíduos pensem criticamente

e ajam em conformidade com os valores que defendem, não ficando à mercê de discursos pouco familiares de políticos e cientistas respeitáveis, bem como, de propostas fraudulentas, dogmáticas e de respostas simples a problemas complexos (Hodson, 2003; Reis, 2006).

Em suma, a literacia científica envolve presentemente um conjunto diversificado de conhecimentos de e sobre ciência, bem como de competências nos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes de carácter científico e transversal, que se vão desenvolvendo ao longo da vida do indivíduo e que permitem o bom exercício dos seus deveres laborais e sobretudo cívicos. De salientar que, apesar de ser um conceito suficientemente abrangente e integrador de vários tipos de aprendizagens, o que para Shamos (1998) o torna utópico, DeBoer (2000) acredita que tal possibilitará aos professores tirarem partido da sua independência intelectual para revestirem a sua prática pedagógica com actividades cognitivamente estimulantes e contextualizadas que permitam satisfazer as necessidades educativas dos jovens cidadãos que são hoje seus alunos. Mas, tendo em consideração este conceito de literacia científica, que desenho curricular deverá desenvolvê-la e consequentemente orientar as práticas pedagógicas dos professores?

### **2.3. A EMERGÊNCIA DE UM NOVO CURRRÍCULO EM CIÊNCIAS**

Desde a sua introdução nos currículos escolares, em meados do século XIX, a ciência tem vindo a adquirir um enorme estatuto, quase a par da literatura e da matemática (Osborne & Millar, 1998; Shamos, 1995). Contudo, independentemente da atenção que lhe é dada, a maioria dos alunos, sobretudo do ensino secundário, não nutre um grande interesse pelas ciências, o que faz com que apenas uma minoria opte por seguir carreiras científicas e tecnológicas (Cachapuz *et al.*, 2002; Hodson, 2003; Millar, 2002; Osborne & Millar, 1998; Osborne, 2000; Shamos, 1995; Woolnough, 1997). Para além disso, aqueles que nas disciplinas científicas demonstram ter um bom aproveitamento escolar esquecem, passado pouco tempo, aquilo que lhes foi ensinado na escola (Millar, 2002; Shamos, 1995), ou nem sempre manifestam competências úteis para o bom exercício da cidadania (Hodson, 1998; Martins, 2002b; Osborne &

Millar, 1998). Tal parece dever-se ao facto dos currículos de ciências implementados nas escolas não terem em consideração as reais necessidades dos alunos, tornando-se, deste modo, pouco relevantes para as suas vidas presentes e futuras (Aikenhead, 2002; Cachapuz, 2007; Millar & Osborne, 1998; Urbano, 2007). Neste sentido, a ciência é apresentada como “um corpo de conhecimentos isento de valores, objectivo e autónomo” (Osborne e Millar, 1998, p.2004). Os conteúdos científicos, entendidos como finalidades do ensino, são transmitidos e apreendidos de modo compartimentado e alheado dos contextos sociais dos alunos que, deste modo, acabam por não compreender a sua importância para a resolução das várias situações do dia-a-dia. Em conformidade com o processo de ensino-aprendizagem, a avaliação em ciências baseia-se em tarefas que apelam à memorização da informação científica ao invés de promoverem a sua mobilização para contextos reais.

Face a esta realidade parece ser consensual a necessidade de uma nova abordagem das ciências (Martins, 2000a) se objectivo último for “comunicar efectivamente ciência com o público em geral” (Shamos, 1995, p.xii). Neste sentido, defende-se que, aquando do desenho do currículo, aqui entendido como “o conjunto de aprendizagens que, por se considerarem socialmente necessárias num dado tempo e contexto, cabe à escola garantir e organizar” (Roldão, 1999, p.24), é fundamental averiguar o que os alunos devem saber, valorizar e fazer enquanto cidadãos (Bybee, 1997) e sobretudo o que os fará gostar de aprender ciência (Osborne, 2002, citado em Galvão, 2005). Ainda assim, existe muita controvérsia em torno da definição das aprendizagens essenciais que deverão constituir os currículos de ciências (Woolnough, 1997), bem como dos métodos de ensino mais adequados para as poder alcançar (Martins, 1999).

No sentido de fomentar o gosto dos alunos pelas ciências e de promover a literacia científica do público em geral enunciam-se, com base em alguns estudos realizados a nível nacional e internacional, algumas orientações para a conceptualização dos actuais currículos e respectivos programas, aqui perspectivados, de acordo com Roldão (2003), como planos de acção para alcançar as aprendizagens pretendidas:

1. Os objectivos do currículo têm de ser exequíveis e devem ser enunciados de forma clara e sem qualquer ambiguidade, pois fornecerão os critérios para a selecção dos conteúdos, das metodologias de ensino e de avaliação que irão orientar a prática docente (NRC, 1996; Osborne & Millar, 1998);
2. Os currículos de ciências devem-se orientar para a construção de ideias globais e integradoras que ultrapassem o domínio disciplinar pois é assim que cada um de nós apreende o mundo (Cachapuz *et al.*, 2002; Galvão, 2002, 2005; Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006; Martins, 2003; Morais & Mancuso, 2004, NRC, 1996). Assim sendo, deve-se resistir à tentação de cobrir todos os assuntos de ciências, até porque dado o crescimento exponencial e a quantidade de conhecimentos científicos actualmente disponíveis, tal pensamento seria utópico. Para além disso, não se recomenda uma abordagem aprofundada dos mesmos, isto é, assente no detalhe (Osborne, 2000), já que um currículo com muita informação “sobrecarrega a memória a curto prazo e impede uma boa aprendizagem” (Martins, 1999, p.10). Há que seleccionar o que é fundamental tendo em conta os interesses e as experiências dos alunos, bem como, as actuais exigências das sociedades modernas.
3. Os programas devem valorizar a abordagem de ensino por inquérito científico ou pesquisa e promover a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (Almeida, 2001; Bennett, Holman, Lubben, Nicolson, & Prior, 2002; Bybee, 1997; Cachapuz, *et al.*, 2002, Martins, 2002, 2003; Morais & Mancuso, 2004; NRC, 1996) visando, deste modo, a aquisição e o desenvolvimento de competências importantes para o indivíduo ao longo da sua vida.
4. Os programas devem privilegiar metodologias de cariz construtivista (Galvão, 2005; Morais & Mancuso, 2004; NRC, 1996). Nelas os alunos são protagonistas das suas próprias aprendizagens, remetendo para o professor o papel de organizador e orientador de actividades que promovam o desenvolvimento de competências úteis numa sociedade democrática, multicultural e em constante mudança como a nossa. Espera-se, assim, que a escola crie condições para que os alunos mobilizem saberes, isto é, que analisem as várias situações com que se confrontam, compreendam o que é necessário para intervir, ajam e percebam os resultados dessa mesma acção (Pinto, 2002), visando uma verdadeira educação

para a cidadania. Para ir ao encontro dos interesses dos alunos, recomendam-se experiências educativas diversificadas onde os alunos estejam activamente envolvidos (Bennett *et al.*, 2002; Galvão & Freire, 2004; Osborne & Millar, 1998; Woolnough, 1997), como o trabalho prático, actividades de discussão, simulações, pesquisas variadas, entre outras. Contudo, e uma vez que o currículo de ciências deve ter em consideração o processo de construção da ciência, deverá ser enfatizado o trabalho prático de natureza experimental (Caraça, 2007; Martins, 2003; Morais, 2006).

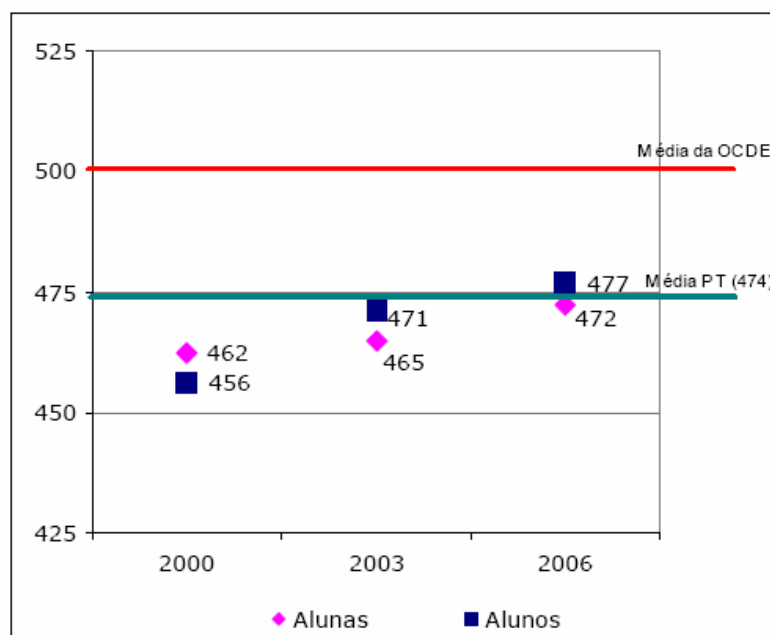
5. A avaliação deve estar em consonância com os objectivos do currículo e as metodologias de ensino (Galvão & Freire, 2004; Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2007; NRC, 1996) pelo que se recomenda a utilização de instrumentos e técnicas avaliativas adequadas à diversidade de aprendizagens e de contextos em que ocorrem (Fernandes & Leite, 2002). Com vista à melhoria das aprendizagens, os programas deverão dar primazia à avaliação formativa em detrimento da sumativa, com a qual deverá estar articulada (Galvão *et al.*, 2007; Fernandes & Leite, 2002).

De modo a que a escola não seja apenas perspectivada como uma instituição social onde se constroem conhecimentos, mas onde se criam condições para emancipação de cada aluno, assiste-se actualmente, em vários países do mundo, a reestruturações curriculares, movimentos dos quais Portugal não está alheio (Santos, 2002).

## **2.4. A ACTUAL REFORMA CURRICULAR DO ENSINO SECUNDÁRIO EM PORTUGAL**

A democratização do ensino em Portugal, através da garantia de uma efectiva igualdade de oportunidades no acesso e no sucesso escolares, tem sido um ideal difícil de alcançar em contexto escolar, apesar das políticas educativas se encaminharem nesse sentido. Na realidade, é de conhecimento público que a escola, ao invés de criar condições para que todas as crianças e jovens possam aprender a aprender, continua a acentuar as diferenças sócio-económicas dos alunos que a integram nomeadamente

quando são divulgados os índices indesejavelmente elevados de retenção e de abandono escolar sobretudo ao nível do ensino secundário. Para além disso, verifica-se que os jovens portugueses estão pouco preparados para enfrentar os desafios das sociedades actuais em parte devido aos baixos níveis de literacia científica que apresentam. Isto é particularmente evidente quando são publicados os resultados obtidos no ciclo do PISA 2006 (Pinto-Ferreira, Serrão & Padinha, 2007), onde o desempenho dos alunos portugueses a ciências (com 15 anos de idade), apesar de ter evoluído positivamente desde 2000 (de 459 em 2000 e 468 em 2003, para 474 em 2006), continua a ser inferior ao da média dos países da OCDE (figura 1). De salientar que tais resultados se devem ao facto de 49,2% dos alunos com 15 anos se encontrarem a frequentar os 7º, 8º e 9º anos ao invés dos 10º e 11º anos de escolaridade como seria espectável se não tivessem reprovado.



*Figura 1.* Evolução temporal 2000-2006 da literacia científica dos alunos e alunas portugueses (Pinto-Ferreira, Serrão & Padinha, 2007, p.18)

Face a esta realidade, que a médio prazo se reflecte na diminuição do nível de qualificação dos jovens portugueses para os desafios da contemporaneidade, houve a necessidade de fazer o levantamento dos principais problemas e desajustamentos verificados na organização e na gestão curricular, bem como, na avaliação das aprendizagens dos alunos a frequentarem o ensino secundário. De entre os vários



problemas identificados pelo Ministério da Educação (ME), através do Departamento do Ensino Secundário (DES, 2000), destacam-se os seguintes:

- desfasamentos entre o currículo instituído pelo ME, o implementado nas escolas e aquele que é efectivamente aprendido pelos alunos;
- não integração entre o currículo e a avaliação, que consiste, quase única e exclusivamente, na formulação de um juízo de valor globalizante sobre o desempenho dos alunos – avaliação sumativa - ao invés de contribuir para o aumento da qualidade das aprendizagens – avaliação formativa;
- desarticulações horizontais e verticais entre as diversas disciplinas dos respectivos elencos curriculares;
- programas extensos e cargas horárias excessivas, devido à sobrevalorização dos conteúdos de natureza académica em detrimento do desenvolvimento de competências;
- ausência quase generalizada de um ensino de natureza experimental, considerado importante para a construção de aprendizagens significativas.

Tomando consciência que o ensino secundário não estava a conseguir oferecer a todos os alunos uma formação adequada para o eventual prosseguimento dos estudos e para a inserção na sociedade e no mercado de trabalho, o ME iniciou, em 1997, a actual reforma do ensino secundário, cuja concretização nas escolas começou no ano lectivo de 2004/2005 para todos os jovens que ingressavam o 10º ano de escolaridade. Esta reforma que consiste, em linhas gerais, na diversificação da oferta educativa e consequentemente no ajustamento dos currículos, dos conteúdos programáticos e da avaliação das aprendizagens referentes ao ensino secundário, tem como principal estratégia “promover o aumento da qualidade das aprendizagens, indispensável à melhoria dos níveis de desempenho e qualificação dos alunos e ao favorecimento da aprendizagem ao longo da vida” (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, p.1931). De modo a tornar um pouco mais explícito o que se entende por “qualidade das aprendizagens”, o documento orientador da revisão curricular do ensino secundário (DES, 2003), define que os cursos de nível secundário de educação deverão promover:

A aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento das competências vocacionais, a capacidade de pensar cientificamente os problemas, a interiorização de uma cultura de participação e

responsabilidade, a plena consciência das opções que potenciam a liberdade e o desenvolvimento dos alunos como indivíduos e como cidadãos. (p.5)

Para a concretização destas aprendizagens definem-se ainda algumas orientações metodológicas das quais se destaca a “integração das dimensões teórica e prática dos saberes, através da valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas” (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, p.1933). Daqui se depreende que o professor ao planificar um trabalho prático de natureza experimental deverá ter o cuidado de promover um enquadramento teórico adequado, pois sem ele os alunos não serão capazes de saber onde observar nem tão pouco de interpretar o que vêem (Almeida, 2001; Hodson, 1994). Pode ainda inferir-se, pelo alargamento das unidades lectivas para 90 minutos e pelo elevado grau de exigência conceptual reflexo do tipo de competências consideradas fundamentais para a definição do perfil de aluno à saída do ensino secundário, que o trabalho experimental deverá ser principalmente de natureza investigativa. Contudo, convém salientar que, apesar de se preconizar um ensino prático de natureza experimental para o desenvolvimento de aprendizagens significativas, é desejável que o professor recorra a outras metodologias e estratégias que lhe pareçam mais adequadas, e consequentemente mais efectivas, para a consecução dos objectivos propostos (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março).

Nesta perspectiva de ensino-aprendizagem, em que a escola deverá contribuir para o pleno desenvolvimento pessoal e social dos alunos, torna-se necessário diversificar as técnicas e instrumentos de avaliação de modo a que melhor se ajustem ao tipo de aprendizagens que se pretende desenvolver (Portaria n.º 550-D/2004, de 21 de Maio). Espera-se que estas práticas avaliativas constituam oportunidades de formação e se aproximem das realidades dos alunos, “respeitando e tomando em linha de conta a sua diversidade sócio-cultural e os seus diferentes ritmos e estilos de aprendizagem” (Fernandes & Leite, 2002, p.64). Valoriza-se assim uma avaliação formativa e formadora. Esta permite não só ao professor regular, de um modo contínuo e sistemático, a sua prática pedagógica, mas também aos alunos a tomada de consciência dos mecanismos cognitivos inerentes à sua aprendizagem e consequentemente o redireccionar os seus percursos de formação no sentido de poderem superar as suas próprias dificuldades (Fernandes & Leite, 2002). Contudo,

dada a necessidade de certificação das aprendizagens quer para o prosseguimento dos estudos de nível superior, quer para a inserção na vida activa, realiza-se também uma avaliação sumativa interna e externa. De salientar a avaliação sumativa externa que, ao concretizar-se através de exames nacionais da responsabilidade do ME, confere ao estado um enorme poder regulador sobre a actividade das escolas ao permitir aferir o grau de desenvolvimento das aprendizagens dos alunos.

#### **2.4.1. O programa de Biologia e Geologia**

Na sociedade contemporânea, democrática e em constante mudança, os cidadãos são frequentemente solicitados a participar em discussões e a tomar decisões ponderadas de índole científica e tecnológica. Recorde-se, em 2007, o referendo nacional sobre a despenalização da interrupção voluntária da gravidez onde os cidadãos portugueses foram convidados a exprimir a sua opinião sobre esse assunto e do qual resultou a alteração da lei vigente na altura em virtude de um encontro entre a vontade política e a do público em geral. Neste sentido, torna-se imperativo que o sistema educativo português responda “às necessidades resultantes da realidade social, contribuindo para o desenvolvimento pleno e harmonioso da personalidade dos indivíduos, incentivando a formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários” (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, n.º 4 do artigo 2.º). Assim, cabe à escola, e em particular aos professores, proporcionar às crianças e jovens experiências educativas promotoras do desenvolvimento da literacia científica, de modo a possibilitar não só a sua integração futura no mercado de trabalho, mas também a promoção da sua formação e auto-formação ao longo da vida, indispensáveis ao pleno exercício da cidadania.

De modo a contribuir para a realização deste objectivo educacional surge, no âmbito da revisão curricular do ensino secundário como componente da formação específica do curso de Ciências e Tecnologias, a disciplina bienal de Biologia e Geologia. De acordo com Amador e Mendes (2001), esta deverá contribuir para o desenvolvimento de competências nos seguintes domínios:

- a) do conhecimento, com a aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias científicas;
- b) do raciocínio e comunicação, com o desenvolvimento de destrezas (*skills*) cognitivas que promovam o pensamento crítico e criativo, como sejam pesquisar, organizar e analisar informação, planear experiências, prever e avaliar criticamente resultados, compreender e comunicar informação (o que permite, por exemplo, expor ideias, defender argumentos, produzir textos escritos ou orais com coerência interna sobre um assunto de cariz científico);
- c) das atitudes, com a adopção de atitudes e de valores inerentes ao trabalho em ciência e que visem a educação para a cidadania, como por exemplo, a curiosidade, a humildade, o cepticismo, a análise crítica, a responsabilidade, a reflexão, o rigor, a colaboração, a solidariedade.

Para a concretização destas aprendizagens os autores do programa sugerem que o ensino deverá estar orientado para a construção de “quadros conceptuais integradores e globalizantes” (Amador & Mendes, 2001, p.4). Na realidade, a investigação tem demonstrado que quando se recorre sistematicamente a conhecimentos científicos anteriormente explorados na aula para os relacionar com os novos conteúdos a serem apreendidos, o professor está a criar condições para que o aluno consolide as suas aprendizagens. Neste sentido, e para que as potencialidades pedagógicas do programa não sejam postas em causa, os autores sentiram a necessidade de explicitar como é que os vários conteúdos podem ser articulados através de esquemas conceptuais relativos às duas componentes da disciplina e de mapas conceptuais no início de cada tema/unidade.

De modo a evitar uma simplificação de conteúdos, que poderia resultar de uma abordagem deste tipo, houve também a necessidade de esclarecer o nível de aprofundamento dos conceitos a adquirir pelos alunos. Tal opção reveste-se de suma importância pois permite ao professor uma melhor gestão dos tempos lectivos e principalmente a implementação de actividades educacionalmente relevantes e em estreita relação com a realidade dos alunos.

Neste sentido, tendo subjacente uma orientação construtivista, o professor deverá promover um ensino prático de natureza experimental, isto é:

Privilegiar actividades práticas suscitadas por situações problemáticas abertas que favoreçam a explicitação das concepções prévias dos alunos, a formulação e confrontação de hipóteses, a eventual planificação e realização de actividades experimentais e o respectivo registo de dados, atribuindo uma especial ênfase à introdução de novos conceitos e à sua integração e estruturação nas representações mentais dos alunos (Amador & Mendes, 2001, p.12).

De salientar a ênfase atribuída às concepções prévias dos alunos, pois as mesmas podem estar em descontinuidade com a versão científica veiculada pela escola e deste modo constituir um entrave às novas aprendizagens (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994). Neste contexto, tendo diagnosticado as concepções alternativas dos seus alunos, o professor deverá planificar estratégias que levem o aluno a construir os conceitos científicos adequados. Neste sentido, os autores do programa propõem que se dê especial destaque à História da Ciência, pois:

O conhecimento de antigas formas de pensar, obstaculizadoras, em determinados momentos, do desenvolvimento científico, associado à compreensão e valorização de episódios históricos que traduzem uma mudança conceptual, ajuda a identificar não só os conceitos estruturantes como pode, igualmente, ser uma ferramenta importante na sua superação (Amador & Mendes, 2001, p.12).

Apesar disto, dada a diversidade de aprendizagens que se pretende desenvolver, apela-se a um pluralismo metodológico que vá ao encontro das dificuldades e gostos de cada aluno, ideia já anteriormente preconizada na Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro), ainda que de uma maneira mais abrangente, e no documento orientador da revisão curricular do ensino secundário (DES, 2003).

A avaliação das aprendizagens, seguindo as linhas gerais definidas no documento orientador da revisão curricular do ensino secundário (DES, 2003), é considerada pelos autores do programa parte integrante do processo de ensino-aprendizagem, devendo por isso ser coerente com as restantes componentes do currículo (objectivos/finalidades, metodologias). Neste sentido, deverão ser objecto de avaliação as competências desenvolvidas pelos alunos nos diversos domínios, tal como se afirma no respectivo documento (Amador & Mendes, 2001):

Em permanente articulação com as estratégias didácticas utilizadas pelos professores, as actividades de avaliação deverão ser concebidas de modo a averiguar não só as construções conceptuais alcançadas pelos alunos mas, também, a forma como tal aconteceu, os procedimentos realizados, as destrezas desenvolvidas e as atitudes reveladas (p.71).

Neste contexto, o professor terá de recorrer a um conjunto diversificado de instrumentos e técnicas de avaliação (grelhas de observação, relatórios de actividades, mapas conceptuais, *portfolios*, entre outros) que lhe permitam recolher uma série de informação sobre o desempenho dos alunos nas várias situações em que os confronta. Esta informação, recolhida de uma forma sistemática pois o processo de avaliação é contínuo, deverá ser suficiente para que o professor reflecta sobre a sua prática docente, no sentido de introduzir as alterações que a permitam otimizar, isto é, de modo a ir ao encontro das necessidades reais dos seus alunos. Para além disso, deverá levar os alunos a reflectirem sobre o seu próprio desenvolvimento, através da promoção da auto-avaliação, conferindo-lhes um maior poder sobre o seu processo de aprendizagem. Neste sentido, o professor deverá privilegiar a avaliação formativa, com a dupla função diagnóstica e formadora, não menosprezando contudo a avaliação sumativa que deverá estar devidamente articulada com a primeira.

Por fim, com base no que anteriormente foi exposto pode-se afirmar que este novo programa da Biologia e Geologia promove um elevado nível de exigência conceptual do processo de ensino-aprendizagem, reflexo quer da articulação entre os vários conteúdos quer do tipo de competências valorizadas, constituindo um verdadeiro desafio aos professores que o pretendam implementar.

## **2.5. O TRABALHO EXPERIMENTAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Ao longo dos tempos o conceito de trabalho experimental tem vindo a ser vulgarmente confundido com outros, tais como, trabalho de laboratório, trabalho de campo, actividade prática e trabalho prático, por estes estarem constantemente a serem utilizados de uma forma indiscriminada, apesar do seu significado não ser consensual. Este facto remete para a discussão e posterior definição do conceito central desta investigação, ou seja, o de trabalho experimental, com base na clarificação dos significados que lhe foram sendo atribuídos por alguns investigadores que se debruçaram sobre este assunto.

Segundo Miguéns (1991), os termos “trabalho prático” e “actividade prática” são sinónimos. Incluem trabalhos realizados pelo professor, quando realiza

“demonstrações”, ou pelos alunos, no espaço da escola ou fora dele. Quando o sujeito que aprende tem um papel activo, o grau de liberdade que lhe é atribuído depende da modalidade de trabalho prático que se está a implementar. Deste modo, as actividades práticas podem ser “exercícios” quando os alunos executam uma série de procedimentos e instruções precisas que se encontram num protocolo experimental. Podem também ser “experiências”, que mais não são do que experimentações exploratórias simples e rápidas, de natureza quantitativa, onde os alunos por discussão dos resultados obtidos “ganham o sentido dos fenómenos aproximando-se da sua compreensão” (Miguéns, 1991, p.41) e “experimentações de descoberta guiada”, no sentido em que os alunos realizam uma série de procedimentos com o intuito de obterem uma única resposta pré-determinada pelo professor. As actividades práticas incluem ainda o “trabalho de campo”, onde os alunos observam, recolhem material, experimentam fora da escola num ambiente natural, mas também em museus e locais industriais e as “investigações ou projectos”, verdadeiros trabalhos práticos, úteis e compensadores, onde os alunos estão envolvidos numa resolução de problemas.

Para Hodson (1994) toda e qualquer actividade em que os alunos desempenhem um papel activo pode ser designada de “trabalho prático”. Nele são incluídas actividades tão diversificadas como o trabalho de laboratório, o trabalho de campo, os debates e as representações de papéis, as pesquisas de informação na biblioteca ou na internet, a elaboração de modelos e cartazes, a resolução de exercícios e de problemas, entre outras. De salientar, a distinção entre os termos “trabalho de laboratório”, “trabalho de campo” e “trabalho experimental” realizada por Leite (2001) com base em Hodson (1988). O “trabalho de laboratório” e o “trabalho de campo” são actividades que envolvem a manipulação de materiais de laboratório, pelo que o critério que verdadeiramente as permite distinguir é o local onde ocorrem. Neste sentido, enquanto o primeiro ocorre num local específico da escola, num laboratório ou numa sala normal (desde que aí estejam reunidas todas as condições para a sua realização), o segundo realiza-se ao ar livre. Já o “trabalho experimental” inclui actividades onde se manipulam e controlam variáveis independentemente do local onde ocorrem, pelo que pode ser laboratorial, de campo ou de um outro tipo de actividade prática desde que se reúna aquele requisito. Apesar das diferentes modalidades de trabalho prático se centrarem exclusivamente no aluno, o que não se

verificava na definição de Miguéns (1991), não se deve menosprezar que o professor continua a desempenhar um papel importante, enquanto orientador e organizador dessas mesmas actividades.

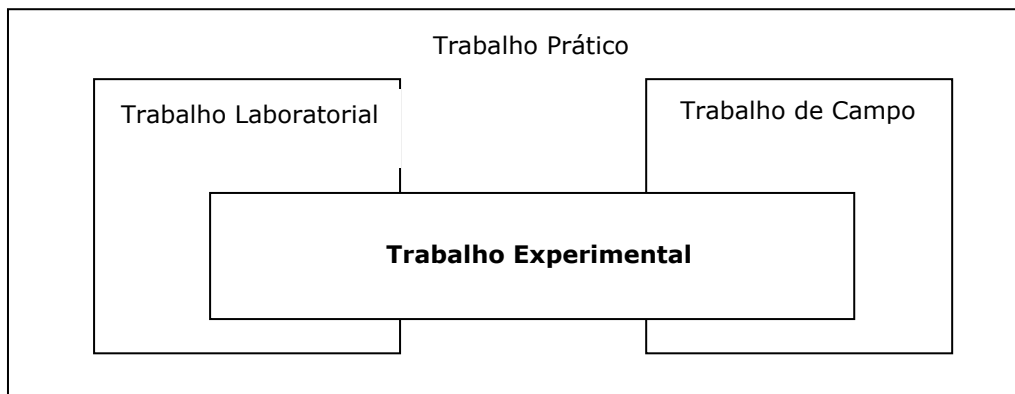
Na mesma linha de pensamento, Millar (2004) apresenta o “trabalho prático” como sendo o conceito mais geral que compreende toda e “qualquer actividade de ensino-aprendizagem que, em determinado momento, envolve os alunos na observação ou manipulação de objectos e materiais que eles estão a estudar” (p.2). Realça que estas actividades não se limitam ao laboratório nem ao espaço da escola, estendendo-se para fora dele quando os alunos estão em casa ou mesmo no campo. O “trabalho experimental” surge aqui como uma actividade prática mediante a qual se testam hipóteses.

Já Lunetta, Hofstein e Clough (2007) defendem uma perspectiva diferente, ao considerarem que os termos “actividade prática” e “actividade laboratorial” têm o mesmo significado, só que o primeiro é utilizado no Reino Unido e o segundo nos Estados Unidos da América. Neste âmbito, ambos assumem-se tradicionalmente como “experiências realizadas em contexto escolar onde os alunos interagem com materiais para observar e compreender o mundo natural” (p. 394). Podem incluir, entre outras actividades, “investigações ou projectos” e “experiências” à semelhança de Miguéns (1991).

De realçar o facto de todos os autores, apesar dos diferentes significados atribuídos, considerarem o “trabalho prático” ou a “actividade prática” como conceitos abrangentes e integradores do “trabalho experimental”. Para além disso, como definem o “trabalho experimental” e o “trabalho laboratorial” com base em critérios diferentes, acabam por não os considerar mutuamente exclusivos.

Para uma correcta avaliação do grau de consecução dos objectivos desta investigação e tendo por base a sua adequação às orientações curriculares, utiliza-se o conceito “trabalho experimental” como um trabalho prático, isto é, uma actividade onde o aluno está activamente envolvido. Pode ocorrer, mas não exclusivamente, no laboratório e destina-se à manipulação e controlo de variáveis (Hodson, 1988, citado por Leite, 2001). A figura 2 ilustra as relações referidas entre os termos mencionados, dando particular destaque ao trabalho experimental.





*Figura 2.* Relação entre o trabalho experimental e os trabalhos prático, laboratorial e de campo (Adaptado de Leite, 2001).

### **2.5.1. Evolução do papel atribuído ao trabalho experimental no ensino das ciências**

Desde o século XIX, com a integração das disciplinas de ciências nos currículos educativos de diversos países, que o trabalho experimental tem assumido uma grande importância no ensino das ciências (Almeida, 2001). Contudo, o desenvolvimento das teorias de ensino-aprendizagem e das perspectivas epistemológicas, subjacentes à natureza da ciência e aos processos de trabalho científico, contribuíram para uma mudança do papel atribuído ao trabalho experimental na ciência escolar ao longo dos tempos.

Assim sendo, nos finais do século XIX, instituíam-se um ensino por transmissão (EPT) que colocava a ênfase nos conteúdos da ciência. Nesta perspectiva cabia ao professor transmitir um conjunto de conhecimentos e ao aluno armazenar sequencialmente toda a informação veiculada pelo professor para posteriormente poder reproduzi-la (Almeida, 2001). Isto reflecte uma visão behaviorista da aprendizagem, segundo a qual para aprender bastava ouvir com atenção o que o professor debitava em cada lição. Não há aqui a preocupação em saber o que os alunos já sabem quando vão para a escola, chegando mesmo a considerar-se que as suas mentes eram como “tábuas rasas”, isto é, desprovidas de qualquer conteúdo, pelo menos, de interesse para a escola (Cachapuz *et al.*, 2002).

Subjacente a esta visão do ensino e da aprendizagem está uma epistemologia empirista e indutivista (Almeida, 2001). Neste sentido, “o conhecimento é visto como

sendo cumulativo, absoluto e linear” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 141), para além de traduzir a realidade tal como ela é, pois existe independentemente do sujeito que aprende. Nesta perspectiva a ciência apresenta-se apenas como um corpo de conhecimentos de natureza dogmática, na medida em que se constituem como verdades absolutas e inquestionáveis. Em consonância, o trabalho experimental tem como principal finalidade confirmar uma teoria previamente apresentada (Lock, 1988, citado em Leite, 2001), isto é, comprovar, demonstrar e ilustrar o conhecimento transmitido pelo professor e consequentemente pelos manuais escolares (Almeida, 2001, Fernandes, 2002). Desde modo, trata-se de um trabalho experimental demonstrativo com um grau de abertura muito reduzido ou mesmo nulo, onde os alunos são solicitados a fazer registos neutros e muito precisos daquilo que observam. A obtenção sistemática dos mesmos resultados indica, pelo menos para o professor que conhece de antemão todo o processo, que a actividade foi realizada da melhor forma pelos alunos. Daqui transparece para os alunos a ideia de que o conhecimento científico se constitui numa lei infalível à medida que se verifica um número cada vez maior de casos que o confirmem. Esta perspectiva de EPT foi bastante criticada, especialmente a sua eficácia em termos de formação dos jovens (Almeida, 2001). Na realidade, verificou-se que as aprendizagens, ao resultarem de um processo de memorização por parte do aluno, passado algum tempo eram esquecidas por não chegarem nunca a serem efectivamente compreendidas.

Em virtude destas críticas surgiu, em meados do século XX, uma nova abordagem centrada nos processos da ciência designada de ensino por descoberta (EPD) (Almeida, 2001). Apesar desta perspectiva ter tido o seu auge nos anos 60 e 70 com a implementação de programas como o *Nuffield* em Inglaterra e o *Biological Science Curriculum Study* nos Estados Unidos da América, o seu efeito só se veio a notar em Portugal no final dos anos 70 e sobretudo na década de 80 (Fernandes, 2002; Cachapuz *et al.*, 2002).

O EPD preconizava que o aluno aprendia autonomamente qualquer conteúdo científico (tido como acumulativo, linear, invariável e universal) por indução a partir dos dados da observação (Cachapuz *et al.*, 2002). Neste sentido, se lhe fosse apresentado um conjunto de factos observáveis e hierarquicamente organizados, ele devia ser capaz, com algum esforço e concentração, de descobrir por si próprio os

conceitos que daí emergissem. Tal pressupunha que o professor desempenhasse o papel de organizador das aprendizagens, programando estratégias rigorosas, claras e sequenciais, de forma a orientar o aluno para o conhecimento que pretendia que ele aprendesse. É neste contexto que se consagra o método científico (MC), como sendo o método universal, com uma estrutura sequencial de etapas (observação, hipótese, experimentação, resultado, interpretação e conclusão), capaz de conduzir à descoberta de todo e qualquer conceito científico. Isto significa que o MC é o meio através do qual os alunos vivem os processos da ciência (observar, classificar, inferir, hipotetizar, entre outros) com o objectivo de adquirirem conteúdos, sem que tenham à priori qualquer tipo de informação por parte do professor ou dos manuais escolares (Almeida, 2001, Cachapuz *et al.*, 2002). Surge então a metáfora do aluno enquanto cientista, criando-se a ilusão de que seguindo o método científico os alunos obtêm resultados semelhantes aos dos investigadores (Cachapuz *et al.*, 2002).

Nesta perspectiva, o trabalho experimental é o instrumento por excelência pois, segundo Cachapuz *et al.* (2002),

é, sobretudo, em torno do exercitar as capacidades processuais do aluno relativas à aplicação do MC (na convicção e crença de que ele é capaz de chegar às ideias a partir, com e através dos factos que se lhe oferecem gratuitamente), que se ajuda a melhorar a sua capacidade de pensar e de aprender. (p.151)

De salientar que muitas vezes o trabalho experimental apesar de ser realizado em grupo não reflecte o verdadeiro espírito colaborativo (Cachapuz *et al.*, 2002) tão frequente no contexto de produção do conhecimento científico. Neste sentido, os alunos apesar de trabalharem com outros colegas, não partilham as suas dificuldades nem tão pouco as discutem de modo a poderem ultrapassá-las em conjunto.

Tendo em conta estes pressupostos poder-se-á dizer que esta perspectiva de ensino tenta conciliar as velhas abordagens empiristas e indutivistas, ao preconizar que os alunos, tal como os cientistas, chegam à verdade seguindo os vários passos do MC, com as novas abordagens construtivistas, ao colocar o enfoque da aprendizagem no aluno (Almeida, 2001). Apesar do ensino por descoberta reflectir uma evolução positiva no ensino das ciências, ao remeter o papel do professor para segundo plano, ainda ignora que o aluno constrói o seu próprio conhecimento. Também se desvaloriza, por um lado, o conhecimento que o aluno possui à partida e que pode agir

como bloqueio às novas aprendizagens e, por outro, a importância de um enquadramento teórico adequado quando se realiza um trabalho experimental, pois sem ele os alunos não são capazes de saber onde observar nem tão pouco de interpretar o que vêem (Almeida, 2001, Hodson, 1994). Ao não se ter isto em consideração quando se planifica o ensino, nomeadamente o trabalho experimental, corre-se o risco dos alunos passarem toda a leccionação “sem compreenderem correctamente o objectivo da experiência, o procedimento e os resultados, confundindo-os com uma qualquer concepção alternativa que tenham trazido para a prática” (Hodson, 1994, p. 306).

Esta abordagem reflecte ainda uma visão muito distorcida da natureza da ciência ao defender que o conhecimento científico traduz a verdade e é cumulativo, isto é, os novos conhecimentos nunca entram em conflito com os seus precedentes apenas os complementam. Para além disso, o EPD ao defender o ideal da ciência para todos, isto é, ao defender que os alunos ao seguirem o MC obtêm os mesmos resultados que um cientista, está a transpor para o contexto de sala de aula um pressuposto erróneo, pois a actividade do cientista está longe de ser metódica e previsível. Na realidade cada cientista tem um método muito próprio de actuar, de fazer ciência, pelo que se pode mesmo afirmar que não existe um método científico mas vários (Almeida, 2002, Hodson, 1994). Igualmente se considera que os cientistas ao seleccionarem as suas estratégias utilizam um tipo de conhecimento que “combina a compreensão conceptual com elementos de criatividade, uma atitude especial para as experiências e um complexo de atributos afectivos que fornecem o impulso necessário de determinação e empenho” (Hodson, 1994, p. 309), que não pode ser ensinado directamente na escola como o ensino por descoberta fazia crer.

Face ao fracasso global do EPD, surge uma outra abordagem designada de ensino para a mudança conceptual (EMC). Esta encontra-se embebida nas perspectivas cognitivo-construtivistas, que ao perspectivarem o aluno como construtor das suas próprias aprendizagens, põem a tónica na actividade cognitiva do sujeito (Cachapuz *et al.*, 2002). Para além disso, o EMC tem subjacente uma epistemologia racionalista, pois os alunos interiorizam as suas experiências de um modo muito próprio, conferindo-lhe um carácter pessoal (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985). Tal significa que o

conhecimento do aluno não reflecte a natureza tal como ela é, mas uma possível interpretação dela.

Contrariamente às abordagens anteriores, o EMC parte do pressuposto que desde muito novas as crianças desenvolvem ideias sobre o mundo natural que as rodeia, não estando desprovidas de qualquer tipo de conhecimento quando chegam à escola. Ainda que algumas dessas ideias, resultantes das suas experiências sensoriais, estejam mais ou menos em continuidade com os conceitos que são ensinados na escola, a maioria entra em ruptura com a versão científica adequada, agindo como um grande entrave às novas aprendizagens (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994).

Na realidade, o que se verifica é que após um momento de ensino formal as concepções alternativas persistem nos alunos (Driver et al, 1985; Driver et al, 1994; Cachapuz *et al.*, 2002). Tal significa que as concepções alternativas são resistentes à mudança, o que não constitui qualquer surpresa pois, ao resultarem de um processo de construção por parte do sujeito, acabam por fazerem sentido no seio do seu quadro conceptual.

Neste contexto, cabe ao professor fazer o levantamento das possíveis concepções alternativas dos alunos, isto é, de diagnosticar as ideias dos alunos que não têm o estatuto de conceitos científicos “já existentes antes do ensino formal, mas também as que se articulam com o ensino desenvolvido e porventura tenham sido reforçadas ou até induzidas ainda que não intencionalmente” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 155). Tendo como ponto de partida as concepções alternativas identificadas, o professor deverá planificar estratégias que visem a mudança conceptual, isto é, que levem o aluno a construir os conceitos científicos adequados (Martins, 2002b). De salientar que se estas ideias prévias forem muito semelhantes aos conceitos científicos adequados, o novo conhecimento constrói-se em continuidade com o velho que lhe serve de ancoramento, sendo o processo designado de captura conceptual. Ao passo que se as ideias prévias forem diferentes das veiculadas pela escola, então o novo conhecimento constrói-se por ruptura com o anterior, sendo o processo designado de troca conceptual (Cachapuz *et al.*, 2002).

Durante a construção ou reconstrução do conhecimento a discussão em grupo reveste-se de grande importância ao criar condições para a ocorrência de um conflito

cognitivo, pois os alunos ao explicitarem as suas ideias aos restantes elementos do grupo, podem reconhecer, ao contactarem com perspectivas diferentes, que elas são insuficientes ou mesmo inadequadas para explicar um dado fenómeno (Driver *et al.*, 1994). Face a isto, cabe ao aluno, em conjunto com os seus pares e tendo o professor como mediador de todo o processo, tentar construir um novo conhecimento que dê resposta ao conflito cognitivo que entretanto se gerou. Assim sendo, “o professor tem de abandonar posturas rígidas e empenhar-se em actividades cognitivamente mais estimulantes, contribuindo para o exercício do pensar” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 159).

Nesta perspectiva de EMC o trabalho experimental assume-se como um instrumento que o professor pode utilizar para promover a mudança conceptual. Deste modo, o professor começaria por fazer o levantamento das concepções alternativas sobre um determinado assunto, consultando, por exemplo, a literatura disponível já que a investigação tem demonstrado que as concepções alternativas não são idiossincráticas e, em muitos casos, são independentes do contexto cultural e social dos alunos (Driver *et al.*, 1994). Em seguida, caberia ao professor proporcionar um contra-exemplo adequado de natureza experimental que, por um lado, permitisse ao aluno reconhecer que as suas ideias não explicavam a situação com que se via confrontado e, por outro, o estimulasse a integrar nas suas estruturas cognitivas os novos conceitos com uma maior capacidade explicativa e predicativa (Cachapuz *et al.*, 2002). Neste contexto, o professor deveria também estar atento à maneira como os seus alunos se exprimiam quando interpretavam os resultados obtidos ou quando eram solicitados a fazer previsões, pois a linguagem que utilizam reflecte as dificuldades que eles ainda têm e que necessitam de ultrapassar com a orientação adequada do seu professor (Cachapuz *et al.*, 2002).

Tendo em conta estes pressupostos constata-se que o EMC representa um avanço significativo e inovador em relação às perspectivas anteriores. Em primeiro lugar, afasta-se do empirismo ao defender que o aluno constrói e (re)constrói o seu próprio conhecimento quando ocorre uma mudança conceptual estimulada pelo confronto das suas ideias com os conceitos cientificamente adequados. Em segundo lugar, ao assumir que o novo conhecimento se constrói em continuidade ou em ruptura com anterior, isto é, por avanços e recuos, está a atribuir à ciência um carácter dinâmico. Por último, ao apostar no trabalho colaborativo, que se caracteriza pela

existência de um clima de participação activa entre os pares e entre estes e o professor, preconiza que o conhecimento antes de ser um processo pessoal é resultado de uma interacção social. Daqui ressalta também uma visão internalista da ciência, pois os alunos passam a conceber a ciência como sendo uma instituição social onde os cientistas estabelecem relações uns com os outros enquanto realizam uma investigação.

Contudo, o EMC encontra-se ainda direccionado para a instrução ao invés de ter como finalidade a educação em ciências, pois valoriza os conteúdos científicos como fins do ensino e não como meios para o desenvolvimento de competências. Os conceitos surgem quase sempre aos alunos de uma forma compartimentada, desligados da realidade, e sem uma verdadeira dimensão global e integrada (Cachapuz *et al.*, 2002). A ciência é ainda perspectivada como estando desligada do mundo em geral, ignorando-se as influências mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Tendo consciência das limitações do EMC, principalmente na formação de cidadãos responsáveis, esclarecidos e mais intervenientes, surge, nos finais do século XX, uma perspectiva baseada no construtivismo social denominada de ensino por pesquisa (EPP). Segundo esta perspectiva a escola deverá contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos alunos, promovendo uma verdadeira educação para a cidadania, indispensável num contexto de sociedades tecnologicamente desenvolvidas, abertas e democráticas. Neste sentido, a educação deverá promover o desenvolvimento de formas do pensar envolvendo os alunos na resolução de problemas científico-tecnológicos e ambientais do mundo contemporâneo. Para Almeida (2001) isto significa que os alunos deverão ser confrontados com situações problemáticas que sejam um desafio e um estímulo para eles. Assim sendo, espera-se que dessas situações surjam problemas abertos, com interesse para os alunos e de âmbito fortemente social e cultural, que sejam simultaneamente de dificuldade adequada (tendo em conta a zona de desenvolvimento proximal dos alunos), a fim de se evitarem frustrações e sentimentos de incapacidade face aos mesmos. Partilhando esta opinião, Cachapuz *et al.* (2002) referem ainda que:

Trata-se de envolver cognitivamente os alunos, sem respostas prontas e prévias, sem conduções muito marcadas pela mão do professor, caminhando-se para soluções provisórias, como resposta a problemas reais e sentidos como tais, de conteúdo inter e transdisciplinar, cultural e educacionalmente relevantes. (p.172)

A ênfase que é dada ao conteúdo interdisciplinar e sobretudo ao transdisciplinar é perfeitamente compreensível se considerarmos que os problemas reais para serem solucionados necessitam da intervenção de diferentes saberes, não apenas específicos de determinadas disciplinas, mas que vão para além delas. Ressalta também daqui que os conteúdos não são mais percebidos como fins do ensino, como acontecia nas perspectivas de EPT e EMC, nem mesmo os processos, como se fazia crer na perspectiva de EPD, mas ambos são tidos como meios instrucionais para se atingirem metas educacionais e sociais relevantes que passam pela inclusão dos alunos no mercado do trabalho e consequentemente na sociedade de pertença.

Esta perspectiva tem subjacente uma visão epistemológica externalista da Ciência, pois esta passa a ser perspectivada como sendo uma actividade humana que para ser compreendida necessita de ser inserida no contexto social mais amplo onde ela é empreendida. Facilmente se constata nos dias de hoje que a ciência, a par dos avanços tecnológicos tem permitido solucionar, ou até mesmo criar, alguns dos problemas com que as sociedades têm sido confrontadas, nomeadamente relacionados com o ambiente e a saúde. Por exemplo, é graças aos avanços científicos e tecnológicos que hoje em dia é possível ultrapassar, em certa medida, o problema da infertilidade que afligia e chegou mesmo a hostilizar várias mulheres ao longo dos tempos. Contudo, não é menos verdade que a sociedade também exerce pressões sobre a ciência, permitindo ou inibindo o avanço do conhecimento científico e tecnológico. Para ilustrar esta situação verifica-se actualmente que a sociedade, confrontada com as inúmeras mortes resultantes do vírus da SIDA, tem levado os cientistas a investir a sua energia e esforço na descoberta de uma vacina que venha por fim a esse flagelo. Na realidade os alunos enquanto resolvem problemas reais vão tomando consciência que a ciência influencia e é influenciada, quer positiva quer negativamente, pela tecnologia e a sociedade. Esta visão mais alargada da ciência vai-lhes permitir tomar decisões mais esclarecidas e responsáveis quando posteriormente forem solicitados a intervir enquanto cidadãos.

Neste contexto, o trabalho experimental deverá traduzir-se em actividades de natureza investigativa, onde os alunos são envolvidos numa resolução de problemas.



Deste modo, segundo Almeida (1998, citada em Almeida 2001), estas investigações são:

Situações em que os alunos podem, à luz do seu conhecimento conceptual e processual, explorar o alcance e limitações de certos modelos e teorias, testar experimentalmente ideias alternativas e ganhar confiança na sua aplicação e/ou investigar as aplicações práticas de conteúdos científicos previamente adquiridos, sendo estes utilizados na sugestão e interpretação de soluções mais perceptivas para os problemas com que se confrontam. (p.69)

De salientar que o recurso a estas situações problemáticas é promotor de aprendizagens significativas, já que o conhecimento tende a ficar inerte e, por sua vez, a tornar-se inútil quando é adquirido de modo isolado (Hennessy, 1993, citado em Afonso & Leite, 2000).

Para além disso, são actividades “onde os alunos podem desenvolver, recorrendo a recursos variados, experiências significativas, constituindo no seio de comunidades de aprendizagem, significados de conceitos próximos dos aceites pela comunidade científica” (Oliveira, 1999, citada em Santos & Oliveira, 2002). De salientar que os alunos ao trabalharem com os seus pares tomam consciência de que nem todos pensam da mesma maneira, em virtude de cada um possuir um quadro teórico cultural e social único, o que promove a discussão fundamentada em prol de respostas comuns, à semelhança do que se passa no seio da comunidade científica. Nesta dinâmica de grupo, os alunos assumem também atitudes de responsabilidade partilhada e cooperativa, necessárias à construção de sociedades democráticas e inclusivas.

Tendo em conta estes pressupostos, o trabalho experimental de investigação reveste-se de enorme importância pois facilita a compreensão do conhecimento (Morais, 2006) e permite, por um lado, o desenvolvimento de competências científicas, como sejam, a resolução de problemas (Lunetta, 1991, Miguéns, 1991, Reis, 1996, Woolnough, 1997, Santos & Oliveira, 2002) e o pensamento crítico (Hodson, 1994, Reis, 1996, Millar, 2004, Moraes, 2006) e, por outro lado, o desenvolvimento de competências transversais, tais como, a criatividade, a perseverança, a autonomia, a responsabilidade, a comunicação, a autoconfiança, a colaboração, entre outras (Woolnough, 1994 e Oliveira, 1999, citados em Santos & Oliveira, 2002), indispensáveis ao bom exercício da cidadania.

De salientar que a qualidade do trabalho experimental passa actualmente pela implementação de actividades diversificadas adequadas aos diferentes objectivos a atingir com a educação em ciências. Para além disso, não deve ser assumido como a melhor estratégia, mas apenas com uma entre várias que o professor deve implementar na sala de aula se quiser fomentar o desenvolvimento de aprendizagens significativas que visem, numa fase posterior, a auto-formação dos indivíduos ao longo da vida.

### **2.5.2. O trabalho experimental implementado em Portugal**

Há algum tempo que se debate em Portugal como o trabalho experimental tem sido implementado no ensino das ciências, no sentido de verificar se as metas educacionais estão a ser promovidas nas escolas ou não. Deste modo, o panorama oferecido pela investigação vai permitir ver até que ponto a realidade escolar se assemelha ou distancia do que é instituído nos documentos oficiais.

Um estudo realizado numa turma de 12º ano de escolaridade, realizado em 1999 por Santos (2002), dá a conhecer que os alunos habitualmente não realizam trabalho experimental de investigação. Na realidade, verifica-se que os trabalhos experimentais implementados nas aulas de ciências são muito frequentes, mas reduzem-se a meras actividades do “tipo receita”, onde os alunos se limitam a executar um protocolo experimental previamente fornecido pela professora, a fazer o registo dos resultados observados e a tirar conclusões com alguma orientação da professora. Estas actividades, com um grau de abertura muito reduzido, são pouco enriquecedoras para os alunos e, na maioria das vezes, contra-produtivas, pois ao permitirem, por um lado, ilustrar ou consolidar conhecimentos abordados na aula, e, por outro, promover a busca de uma resposta certa e pré-determinada, não só impedem que o aluno desenvolva competências mais complexas, nomeadamente o raciocínio e o pensamento crítico, como reproduzem ideias erróneas sobre a natureza da ciência e dos processos de trabalho científico (Hodson, 1996). Esta situação encontra-se particularmente patente nas opiniões dos alunos entrevistados neste estudo quando

referem que o trabalho experimental lhes “permite sobretudo tomar algum contacto com a realidade da investigação científica laboratorial” (Santos, 2002, p.101).

Na mesma altura, um estudo realizado por Matos e Morais (2004) com seis professoras, a leccionar Ciências Físico-Químicas aos 8º e 9º anos de escolaridade em escolas diferentes e com experiências profissionais diversificadas, dá a conhecer resultados muito semelhantes aos anteriormente descritos no que respeita à qualidade do trabalho experimental realizado nas escolas. Deste modo, verificou-se que as modalidades de trabalho experimental frequentemente utilizadas pelas professoras eram demonstrações ou meras actividades onde os alunos seguiam passo a passo as instruções dadas pela professora ou contidas numa ficha de trabalho.

Contrariamente ao estudo anterior, o trabalho experimental era pouco implementado nas aulas de ciências, tal como já tinha sido referido por Valente *et al.* (1989, citada em Miguéns, 1991) há dez anos atrás. Das razões apresentadas pelas professoras para justificar este facto destacam-se as seguintes: a) a escassez de material, b) turmas numerosas, c) programas extensos, d) carga horária incompatível para parcerias com outros professores, e) manutenção dos turnos e f) falta de contactos com as universidades e com associações profissionais para formação de professores. Esta última razão reflecte a inércia que se verifica entre os professores após a formação inicial, pois apesar de terem consciência que é importante manter o contacto com estas instituições no sentido de uma permanente actualização, não se verifica, por vezes, qualquer iniciativa para inverter esta situação. Quando tal acontece, mobilizados pela necessidade de progredirem na carreira, muitos optam por frequentar acções que, estando desarticuladas com a sua área de docência, pouco ou nada melhoram o seu desempenho profissional.

Um estudo realizado em 1999 pelo Conselho Nacional de Educação dá uma visão alargada do que se passa a nível nacional (Santos, 2002). Em resposta a um questionário aplicado a coordenadores do grupo de ciências de 96 escolas do 2º ciclo, 3º ciclo e secundárias, verifica-se que na maioria das escolas o trabalho experimental é pouco frequente, ocorrendo uma vez por ano. As razões apresentadas para a não realização do trabalho experimental não são muito diferentes das anteriormente apresentadas. No 1º ciclo constata-se que o panorama é o mesmo.

Estes resultados desanimadores podem levar a pensar que a crise que se verifica no ensino experimental em ciências se deve principalmente ao facto de muitos professores não o realizarem com frequência. Contudo, convém salientar que não é de todo o caso, pois em muitos países é dedicado ao trabalho prático, e nomeadamente ao experimental, uma grande carga horária, mas este é na maioria das vezes insuficiente, pouco científico e desmotivante para os alunos (Woolnough, 1997). Face a isto, não é tanto a quantidade do trabalho experimental que importa salientar, mas sim a qualidade desse trabalho. Esta constatação foi consignada na actual revisão curricular com vista à mudança das práticas correntes dos professores.

Contudo, um estudo recente, realizado por Marques (2005) no 10º ano de escolaridade após a revisão curricular, dá indícios que ainda pouco ou nada mudou. Neste estudo, que contava com a participação de quatro professores, com 10 ou mais anos de serviço, constatou-se que o trabalho experimental desenvolvido era de natureza demonstrativa, onde os alunos eram solicitados a seguir um protocolo experimental proposto pelo manual e a interpretar, de uma forma pouco aprofundada os resultados obtidos. Convém salientar que as actividades eram iniciadas ocasionalmente com a explicitação dos objectivos do trabalho, seguida de um enquadramento teórico adequado. Tal opção é importante pois, sem terem conhecimento de uma série de factos e conceitos relevantes, que servem de base a todo o trabalho experimental, os alunos jamais compreenderão o que andaram a fazer e com que propósito (Hodson, 1996, Almeida, 2001).

Quando questionados relativamente à opção pela demonstração em detrimento de outros trabalhos experimentais com um grau de abertura maior, os professores referiram sobretudo que,

Quanto maior o nível de investigação, de abertura e de autonomia dos alunos maior a incerteza quantos aos resultados, mais difícil o controlo dos alunos e a gestão do tempo e maiores as exigências de concepção e preparação das actividades laboratoriais. (Marques, 2005, p.149)

Um professor salientou ainda que os trabalhos experimentais de natureza investigativa só devem ser implementados em turmas cujo nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos é muito elevado. Tal atitude parte do pressuposto que apenas uma pequena parte dos alunos tem capacidade para aprender, acabando mesmo por ser anti-pedagógica, discriminatória e anti-constitucional. Contudo esta mentalidade

do início do século passado ainda está muito enraizada nas nossas escolas, onde frequentemente os professores, dada a incapacidade em criarem contextos favoráveis ao desenvolvimento de aprendizagens significativas para os alunos, acabam por se desresponsabilizar e desculpar quando o aluno não corresponde às suas expectativas.

Tal como se verificou em estudos anteriores os professores consideraram que é muito difícil promover o ensino experimental das ciências, e sobretudo um de qualidade, devido à extensão dos programas das disciplinas veiculados pelos Ministério da Educação no que respeita aos conteúdos a abordar. Salientaram também a falta de recursos materiais e de espaços físicos, neste caso de laboratórios, para a realização deste tipo de actividades e a ineficácia da formação contínua fornecida que, segundo Morais (2006) “não considera aprendizagens de planificação e de implementação de estratégias experimentais ou que, quando o faz, essas aprendizagens têm um carácter estrutural e conceptualmente muito limitado” (p.1). Por fim, os professores do estudo alegaram a inexistência de manuais escolares com actividades experimentais de qualidade e igualmente atractivas aos alunos. Na realidade, os manuais escolares ao resultarem de uma recontextualização do currículo de ciências oficial deviam promover actividades diversificadas e estimular a utilização, em sala de aula, do trabalho experimental de investigação. Contudo o que se verifica é que a maioria das actividades apresentadas pelos autores dos manuais escolares, ao atribuir primazia ao ensino dos conceitos, acaba por condicionar um pouco a prática de um professor menos experiente e inovador (Morais, 2006). Não se pretende com isto dizer que o professor é vítima das circunstâncias, mas somente chamar a atenção para a necessidade de se investir na melhoria da qualidade dos manuais escolares, pois além de servirem de base ao trabalho dos professores, constituem um suporte teórico para os alunos.

Assim sendo, constata-se que apesar dos actuais currículos reflectirem a perspectiva de ensino por pesquisa e consequentemente privilegiarem o trabalho experimental de investigação, os professores continuam a perpetuar rotinas de trabalho experimental fortemente embebidas no ensino por transmissão. Neste sentido, pode dizer-se que o trabalho experimental implementado é deficientemente planeado e explorado pelo professor, resumindo-se a demonstrações ilustrativas de

conceitos anteriormente abordados nas aulas de ciências. Os alunos assumem assim o papel de meros técnicos de laboratório que se limitam à execução acrítica de protocolos experimentais que, sendo precisos e pormenorizados, acabam por estar muito orientados para a busca da resposta certa. Deste modo, estes trabalhos experimentais, para além de não permitirem o desenvolvimento das competências tão valorizadas pelos currículos de ciências, levam à construção de visões distorcidas sobre a natureza da ciência e dos processos de trabalho científico. Verifica-se assim um entrave à mudança preconizada pelos actuais currículos de ciências instituídos pelo Ministério da Educação. Contudo, é importante não cruzar os braços, pois tal como afirma Cachapuz *et al.* (2002)

Um processo de mudança é sempre um lento caminhar no sentido da maturação de ideias e de atitudes. A mudança é um processo lento que “não se processa de fora para dentro, nem apenas de dentro para fora; criar condições estruturais, abrir espaços, fornecer apoios, são actividades possíveis de fora para dentro; mobilizar energias, construir respostas, ensaiá-las, avaliá-las, transformar de facto as práticas instrucionais ocupando os espaços profissionais, são certamente mudanças de dentro para fora; só neste duplo movimento, nesta tensão entre estruturas e pessoas, entre fora e dentro, se gera a mudança” (Benavente, 1988). (pp.321-322)

## **2.6. EXAMES PÚBLICOS NACIONAIS**

No actual contexto do sistema educativo português, os professores do ensino secundário deverão criar contextos diversificados e facilitadores das aprendizagens indispensáveis numa sociedade democrática, moderna e desenvolvida como a nossa. Neste sentido, espera-se que o ensino secundário promova nos jovens que o frequentam várias competências que lhes “permitam prosseguir os seus percursos profissionais, académicos e pessoais, numa perspectiva de educação e formação ao longo da vida, assumindo-se como cidadãos de pleno direito, críticos e intervenientes.” (DES, 2000, p. 17).

Contudo, apesar do ensino secundário assumir uma grande importância por si mesmo, ele acaba por ser descaracterizado ao ser apenas perspectivado como uma via de acesso ao ensino superior. Foi esta concepção redutora do ensino secundário, enraizada há algum tempo na nossa sociedade, aliada ao grande número de alunos a querer ingressar no ensino superior quando comparado com o número de vagas que

as respectivas instituições podiam disponibilizar que conduziu, à semelhança do que ocorria noutros países do mundo, à introdução dos exames nacionais em 1993, após uma ausência de quase vinte anos de avaliação sumativa externa (Fernandes, 2005). Contudo, apesar dos exames serem actualmente implementados em vários países, constata-se que, dada a diversidade de formas existente, a sua definição é de difícil consecução. Em todo o caso, Kellaghan e Madaus (2003) consideram que os exames apresentam um conjunto de características comuns que permitem clarificar o seu significado e que se enunciam em seguida:

- a) os exames são realizados e controlados por uma ou mais entidades externas às escolas;
- b) a administração dos exames está normalmente ao cargo do governo ou, pelo menos, é por ele supervisionada;
- c) os exames são construídos com base em currículos instituídos por área disciplinar;
- d) as provas de exame, aplicadas segundo procedimentos estandardizados a vários alunos em simultâneo e fora do contexto de aula, são comuns a todos os alunos;
- e) a maioria desempenha várias funções nos actuais sistemas educativos que justificam a sua implementação: certificação, ou seja, a comprovação de que os alunos, ao fim de um dado tempo, realizaram um determinado conjunto de aprendizagens indispensáveis para prosseguirem os seus estudos ou até mesmo para ingressarem no mundo do trabalho; selecção dos alunos que pretendem ingressar no ensino superior; motivação dos alunos, pois redireccionam o seu estudo para o que será objecto de avaliação no exame; monitorização do trabalho que é realizado nas escolas de modo a assegurar a qualidade do ensino, entre outras;
- f) o conteúdo e os critérios gerais de classificação dos exames, bem como, os resultados dos alunos são tornados públicos.

Apesar da importância que tem sido atribuída aos exames, dada a avultada quantia que a eles tem sido destinada todos os anos, várias críticas têm surgido à sua implementação e conduzido ao questionamento da sua pertinência nos sistemas educativos. Em geral, há quem ponha em causa a validade destas provas alegando que

avaliam uma amostra pouco representativa do currículo instituído, isto é, das aprendizagens consideradas relevantes por área disciplinar. Defendem que, tradicionalmente, os exames ao enfatizarem os conhecimentos e as capacidades de baixo nível cognitivo acabam por contribuir, dada a grande influência que exercem sobre o que é estudado nas escolas e no como é ensinado, para um ensino de fraca qualidade, orientado sobretudo para a memorização dos conteúdos programáticos (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2007; Kellaghan & Madaus, 2003; Leal, 1997).

Para além disso, quando os resultados dos exames conduzem à selecção de alunos a ingressar no ensino superior, várias vozes questionam a fiabilidade deste instrumento. Neste sentido, há quem considere que, tendo lugar a replicação da prova de exame, não haverá consistência nos resultados dos examinados em tempos ou ocasiões distintas (Fernandes, 2005). Tal implica que os alunos, seleccionados em função da primeira aplicação da prova, não serão os mesmos da segunda, criando um certo grau de injustiça no acesso ao ensino superior. Tendo por base este pressuposto, Kellaghan e Madaus (2003) referem quatro razões que podem afectar a fiabilidade dos exames:

1. Variações no estado de saúde, na motivação, na concentração, lapsos de memória, entre outros, decorrentes do facto dos alunos terem consciência que serão ou estão a ser submetidos a exame, afectarão sempre os seus desempenhos;
2. Factores físicos (por exemplo, temperaturas muito elevadas na sala) ou psicológicos externos ao próprio exame (por exemplo, a vivência de uma experiência traumática para o examinado, como a morte de um familiar) podem alterar o desempenho dos alunos;
3. Variações no tipo de tarefas a resolver na prova, ao incidirem numa amostra do currículo, acabam por beneficiar um aluno em detrimento de outro, em virtude das suas experiências escolares diversificadas;
4. Diferentes professores correctores irão atribuir classificações sensivelmente distintas ao mesmo exame, quando o mesmo tem questões de resposta aberta.

Para minimizar estas influências têm-se estandardizado as condições em que a prova é aplicada, clarificado os critérios de avaliação e aferido os procedimentos dos



professores correctores (Fernandes, 2005; Kellaghan & Madaus, 2003). Contudo, tais opções acabam por condicionar o tipo de questões a incluir no exame (preferencialmente questões de resposta curta) e consequentemente o tipo de aprendizagens a serem avaliadas.

Uma outra crítica recorrente aos exames é que, em vez introduzirem uma certa justiça no sistema educativo, acabam por acentuar as diferenças existentes entre os alunos ao se traduzirem numa prova única. Na realidade, a população a quem se vai aplicar o exame é à partida distinta, com características, potencialidades, experiências de vida e escolares igualmente diversificadas, pelo que, contrariamente ao que é defendido, a mesma prova não promove a equidade, isto é, a igualdade de oportunidades no acesso ao ensino superior e no sucesso escolar (Leal, 1997; Fernandes, 2005). A título de exemplo, a investigação tem demonstrado que o tipo de questão da prova contribui para diferenças entre os sexos, com os rapazes a obterem melhores resultados em testes de escolha múltipla do que as raparigas (Kellaghan & Madaus, 2003).

Ainda assim, num período em que se implementam nas escolas portuguesas as novas políticas educativas para o ensino secundário que visam, acima de tudo, a melhoria da qualidade das aprendizagens, o ME institui os exames nacionais nos 11.º e 12.º anos às disciplinas estruturantes de cada curso. Alegando a necessidade de certificação das aprendizagens dos alunos, quer para o prosseguimento dos estudos quer para a inserção na vida activa, o ME recorre a um instrumento de avaliação que, ao introduzir novos tipos de questões, pretende ser uma referência na avaliação de várias competências determinadas pelo currículo e consequentemente uma estratégia de indução dos processos de mudança curricular. Assim sendo, dado que as provas são escritas e de duração limitada, pretende-se aferir se os alunos são capazes de: “a) interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica; b) aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas; c) desenvolver capacidades de selecção, de análise e de avaliação crítica; d) desenvolver capacidades experimentais em situações de indagação a partir de problemas do quotidiano; e) desenvolver uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente; e f) desenvolver capacidades de comunicação

escrita” (Informação n.º 3/05, de 18 de Janeiro, p.2). Contudo, será que um exame segundo estes moldes é o bastante para promover um ensino experimental de qualidade?

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

Numa investigação a escolha da metodologia a implementar está dependente em larga medida do problema em estudo e dos objectivos que dele advêm. Deste modo, ao pretender-se averiguar que influências exercem os exames nacionais na recontextualização do programa de Biologia e Geologia do 11º ano no que se refere ao trabalho experimental, optou-se por um estudo de natureza qualitativa segundo uma abordagem interpretativa (Cohen, Manion e Marrison, 2000; Denzin & Lincoln, 1998; 2005).

Segundo Bodgan e Biklen (1994) uma investigação qualitativa possui cinco características que a permitem classificar como tal: 1) o ambiente natural é a fonte de dados e o investigador o seu principal instrumento de recolha; 2) os estudos são descritivos; 3) privilegia-se o processo em vez dos resultados ou produtos; 4) os dados são analisados de forma indutiva, e 5) o significado atribuído a um dado fenómeno é de importância vital. Ainda que nem todos os estudos contemplados na investigação qualitativa patenteiem estas características com igual eloquência, havendo mesmo alguns desprovidos de uma ou mais, neste estudo houve a preocupação de privilegiar cada uma delas.

Assim sendo, numa investigação qualitativa o ambiente natural é a fonte de dados (Denzin & Lincoln, 1998; 2005), pois os investigadores consideram que “divorciar o acto, a palavra ou o gesto do seu contexto é perder o significado” (Bodgan & Biklen, 1994, p.48). Neste sentido, as influências do ambiente natural onde o estudo ocorre não são removidas, mas tidas em consideração. Para além disso, o investigador é o instrumento de recolha de dados por excelência, quando, por exemplo, faz observações, mais ou menos prolongadas, dos participantes de uma dada investigação e regista os seus comportamentos sob a forma de notas de campo. Daqui se depreende que a qualidade (validade e fiabilidade) dos dados recolhidos pelo investigador “depende muito da sua sensibilidade, da sua integridade e do seu conhecimento” (Fernandes, 1991, p.4). Ainda assim, o investigador qualitativo está numa posição em que pode deturpar ou mesmo negar algumas informações que

percepcionou de modo a irem ao encontro das seus pressupostos e/ou expectativas (Duffy, 1997). Deste modo, a investigação qualitativa está revestida de uma grande subjectividade quando comparada com a quantitativa, o que constitui uma das suas maiores críticas (Denzin & Lincoln, 1998; 2005).

Neste contexto, os dados recolhidos, não sendo reduzidos a números, à semelhança do que acontece numa investigação de natureza quantitativa, são apresentados sob a forma de palavras ou imagens, como sejam, notas de campo, transcrições de entrevistas e fotografias. Na realidade, os investigadores qualitativos tendem a examinar o mundo de uma forma minuciosa e a fazer descrições pormenorizadas de tudo quanto captam através dos seus sentidos, pois consideram que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que lhes permita uma melhor compreensão do seu objecto de estudo (Bell, 1997; Bodgan & Biklen, 1994), já que a realidade objectiva não é passível de ser percepcionada (Denzin & Lincoln, 1998). Para além disso, os dados, frequentemente recolhidos com recurso a vários métodos, são também utilizados como provas, pois quando “coligidos cuidadosamente, servem como factos inegáveis que protegem a escrita que possa ser feita de uma especulação não fundamentada” (Bodgan & Biklen, 1994, p.149).

Os investigadores qualitativos centram-se também mais no processo do que nos resultados ou produtos (Denzin & Lincoln, 1998; 2005), isto é, estão mais interessados em compreender o “porque” ou o “como” de um determinado comportamento observado, na perspectiva do sujeito em estudo, do que o comportamento em si mesmo.

Para além disso, à medida que os investigadores recolhem os dados vão agrupando-os em categorias e fazendo inferências. Poderá mesmo haver a preocupação de desenvolver teorias fundamentadas, que advêm da inter-relação de várias peças individuais de informação recolhidas (Glaser & Strauss, 1967, citados em Bodgan & Biklen, 1994).

Convém ainda salientar que em investigação qualitativa rejeita-se a ideia que o comportamento humano é regulado por leis universais em virtude de se acordar que o mundo social só pode ser compreendido na perspectiva do indivíduo que é parte integrante da acção que está a ser investigada (Cohen, Manion & Marrison, 2000; Denzin & Lincoln, 1998; 2005). Neste sentido, os investigadores qualitativos estão

continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objectivo de perceber “aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem” (Psathas, 1973, citado em Bodgan & Biklen, 1994, p.51).

Na presente secção justifica-se a metodologia seguida tendo como referência o problema e os objectivos da investigação, descreve-se pormenorizadamente os participantes e desenho de estudo.

### **3.1. PARTICIPANTES**

Dado tratar-se de um estudo de natureza qualitativa, cujo objectivo é a compreensão de um dado fenómeno em profundidade, a questão da representatividade da amostra, no sentido estatístico do termo, não se coloca. Na realidade, recorre-se a um número pequeno de participantes cujo valor é determinado pela sua adequação aos objectivos da investigação (Albarelo, Digneffe, Hiernaux, Maroy, Ruquoy & Saint-Georges, 1997). Os participantes deste estudo são três professores a leccionarem a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano de escolaridade em escolas situadas na área da grande Lisboa. A opção por esta área geográfica residiu no facto de possibilitar à investigadora um fácil acesso às pessoas que vieram a integrar o estudo. Assim, evitaram-se a desmotivação e o cansaço que poderiam resultar, a longo prazo, das deslocações a grandes distâncias para recolha de novos dados (Bogdan & Biklen, 1994).

Com base nos objectivos do estudo, decidiu-se ainda que os professores deveriam pertencer ao quadro de nomeação definitiva e possuir 10 ou mais anos de carreira docente. Assim, observaram-se professores experientes e com estabilidade laboral. Para além disso, os horários dos participantes deveriam ser compatíveis entre eles e com o da investigadora, de modo a permitir que esta última estivesse sempre disponível para a recolha de qualquer dado que considerasse importante para a sua investigação.

Na selecção dos participantes teve-se em consideração o facto dos professores referirem que realizavam actividades experimentais, pois estas estratégias constituem

o cerne da presente investigação, e de leccionarem em escolas que oferecem as mínimas condições para a prática de trabalho experimental, quer em termos de infra-estruturas quer em termos de material. Neste sentido, ainda que as actividades experimentais pudessem ocorrer fora de um laboratório e com recurso a material acessível e barato, evitavam-se situações de desculpabilização por parte dos professores ao alegarem que a ausência dessas condições dificultou ou impediu a implementação de um trabalho experimental de qualidade.

Em seguida apresentam-se as características académicas e profissionais dos professores participantes deste estudo (Quadro 1). De salientar que, para garantir o anonimato do estudo, a cada professor participante foi atribuído um nome fictício.

Quadro 1

*Caracterização Académica e Profissional dos Professores Participantes.*

Nome	Habilitações académicas	Situação profissional	Anos de serviço	Cargos
Maria	Licenciatura em Biologia, ramo educacional	Quadro de escola	22	–
Luís	Licenciatura em Biologia, ramo educacional	Quadro de escola	27	–
Ana	Licenciatura em Farmácia + Licenciatura em Biologia (profissionalização em serviço)	Quadro de escola	34	Directora de instalações

De salientar que, no decorrer desta investigação, participaram ainda os 30 alunos do 11º ano que estiveram presentes nas aulas de trabalho experimental dos três professores que a investigadora observou.

### 3.2. DESENHO DA INVESTIGAÇÃO

Este estudo de carácter empírico, que teve início em Setembro de 2006, visou fundamentalmente um conhecimento aprofundado sobre a influência dos exames nacionais na implementação dos novos programas de Biologia e Geologia do 11º ano, no que respeita ao trabalho experimental, estratégia de ensino-aprendizagem privilegiada no actual contexto do ensino secundário.

Para esse fim, foi realizada no início do estudo uma entrevista a cada professor participante com o intuito de, por um lado, averiguar quais as representações que têm sobre os exames nacionais e sobre o trabalho experimental e, por outro, identificar as estratégias que frequentemente implementam nas suas aulas. Estas entrevistas foram semi-estruturadas, com o recurso a um guião de entrevista (Apêndice 1). De salientar que, antes da aplicação do guião, o mesmo foi submetido a validação. Para isso, foi colocado à apreciação da professora orientadora e de outra professora, não envolvida no estudo, com os seguintes objectivos: 1) analisar a clareza das questões, e 2) verificar a sua adequação aos objectivos do estudo. No caso da segunda professora, esses objectivos foram atingidos mediante a sua aplicação. Tal opção permitiu ainda à investigadora aperfeiçoar a sua técnica de entrevista.

Por consentimento dos participantes, a entrevista foi áudio gravada, pois tal facto minimiza a tendência natural e inconsciente da investigadora para seleccionar a informação que favorece os seus objectivos, permite verificar as palavras exactas proferidas pelo entrevistado para depois o poder citar e possibilita que a entrevista seja ouvida repetidas vezes para a identificação de categorias, com vista a uma análise de conteúdo (Bell, 1997; Lopes, 2003). Contudo, é preciso não esquecer que “o gravador não capta a visão, os cheiros, as impressões e os comentários extra, ditos antes e depois da entrevista” (Bogdan & Biklen, 1994, p.150), pelo que a investigadora esteve sempre atenta para registar, de modo descritivo, esses dados no seu caderno de campo, pois podiam ser de mais valia para a compreensão do fenómeno em estudo. Depois de aplicada a entrevista e de transcritos os dados recolhidos, os mesmos foram corrigidos pelos respectivos entrevistados e só depois analisados.

Numa fase posterior, foram observadas pela investigadora, com o recurso a uma grelha de registos de observação (Apêndice 2), um total de oito aulas de Biologia e Geologia onde foi implementado o trabalho experimental, duas da professora Maria e três de cada um dos restantes professores. De salientar que inicialmente optou-se pela observação de um número reduzido de aulas (três a quatro aulas de cada professor) com o intuito de evitar que a investigadora se visse a submergir, numa fase posterior, pela tarefa de leitura, tratamento e análise dos dados assim recolhidos. Contudo, a mesma opção veio a revelar-se desnecessária uma vez que as aulas de trabalho experimental implementadas pelos professores participantes ao longo do ano lectivo

2007/2008 não ultrapassaram o número inicialmente estipulado. Com o intuito de assegurar a validade dos dados recolhidos, foram ainda dadas a conhecer aos professores participantes as descrições das aulas efectuadas pela investigadora, de modo a averiguar se os mesmos reconheciam nelas a sua prática (Anderson & Burns, 1989, citados em Marques, 2002).

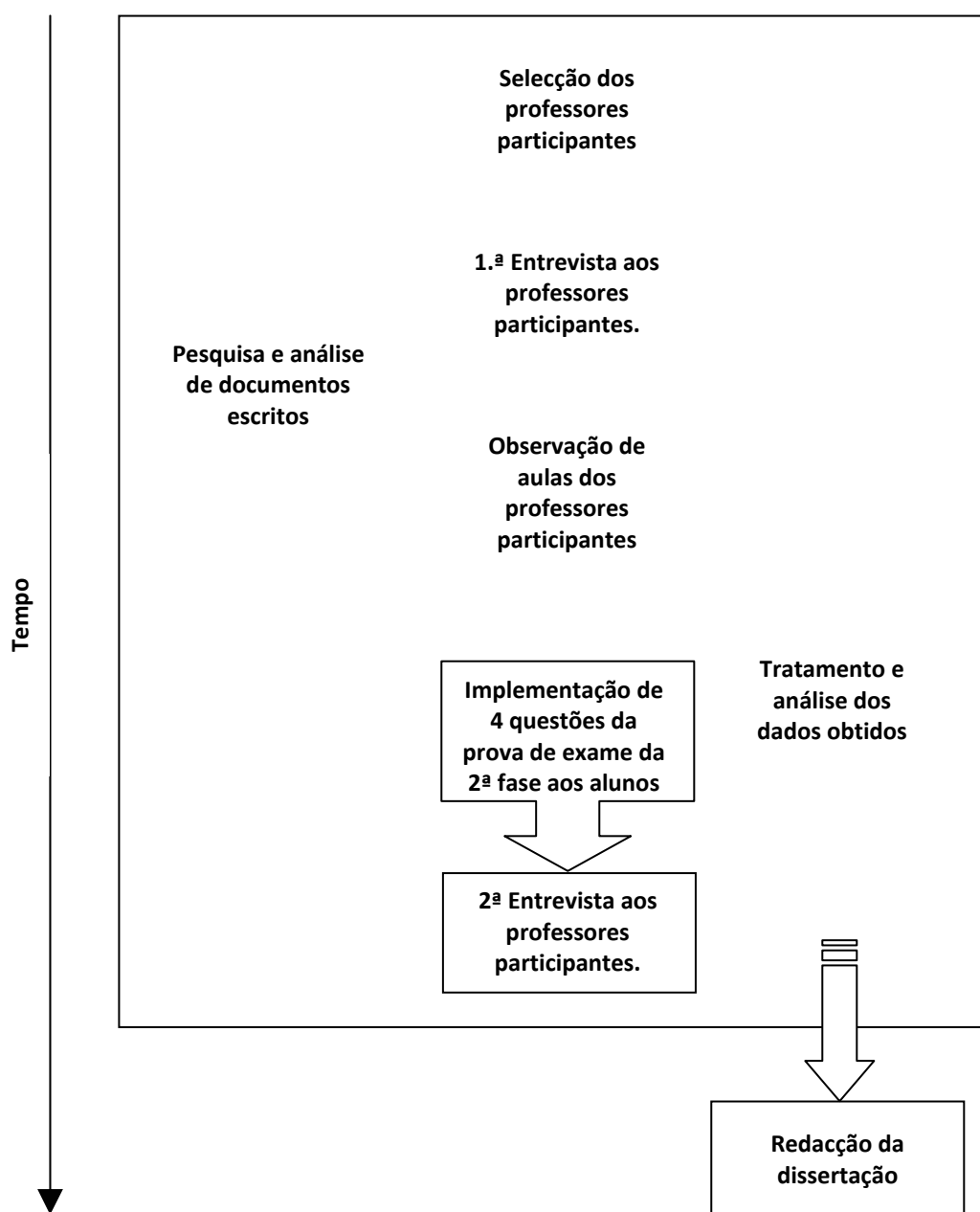
Depois das observações, foram ainda aplicadas as questões 1, 2, 3 e 4 do grupo III da prova de exame nacional, da 2.<sup>a</sup> fase, de Biologia e Geologia de 2006 a 30 alunos (12 da professora Ana, nove do professor Luís e nove da professora Maria). A selecção destas questões teve por base o tipo de competências avaliadas que, por sua vez, são geralmente desenvolvidas no decorrer do trabalho experimental.

Os dados recolhidos por observação e através da implementação das questões da prova de exame serviram de mote para a segunda entrevista aos professores participantes. Esta tinha como objectivo recolher dados que ajudassem a clarificar e a reflectir, por um lado, sobre o impacto dos exames nacionais de 2006 na prática lectiva de carácter experimental observada e, por outro, sobre a influência desta última no desenvolvimento das competências valorizadas no programa da disciplina. Estas entrevistas foram também áudio gravadas e semi-estruturadas, com o recurso a um guião próprio (Apêndice 3). De salientar que o guião de entrevista foi, à semelhança do anterior, submetido à apreciação da validade de conteúdo.

Após a recolha, leitura e tratamento de todos os dados, foi então feita a sua análise que culminou com a redacção da dissertação. A figura 3 representa esquematicamente o desenho da investigação aqui apresentada.

Como complemento da figura 3, é incluído nesta subsecção uma descrição detalhada dos métodos e instrumentos de recolha de dados, dos procedimentos de tratamento e análise dos dados e de outras medidas tomadas para assegurar a credibilidade da investigação.





*Figura 3. Desenho da investigação.*

### 3.2.1. Métodos de recolha de dados

Em qualquer investigação de carácter científico, existe sempre a preocupação do investigador em dar credibilidade ao trabalho efectuado, de modo a ser facilmente legitimado pelos seus pares. Assim sendo, numa investigação qualitativa, a triangulação metodológica, que consiste na aplicação de um ou mais métodos para o

estudo aprofundado de um aspecto do comportamento humano, é uma técnica muito utilizada como reforço da validade da mesma (Cohen, Manion & Morrison, 2000; Adler & Adler, 1998) ou, não sendo uma estratégia de validação, como alternativa a esta (Denzin e Lincoln, 1998). Na realidade, independentemente da utilização que lhe é imputada, esta opção tem subjacente a ideia de que uma diversidade de métodos cria uma maior confiança nos resultados, pois as falhas de um método são geralmente superadas por outro que o complementa (Denzin & Lincoln, 1998). Com base no tema em estudo e nos recursos disponíveis para a sua concretização optou-se pela entrevista e pela observação como métodos de recolha de dados por excelência. Também se recorreu à análise documental, como forma de complementar as informações obtidas pelos métodos anteriormente referenciados ou de revelar aspectos não considerados (Lüdke & André, 1986; Quivy, 1992; citados em Santos, 2002). Uma vez que esta investigação assenta principalmente em dados obtidos através de entrevistas e observações, apenas se fará uma descrição pormenorizada desses métodos de recolha de dados, sem demérito para outros habitualmente utilizados em investigação educacional.

Tradicionalmente, no âmbito das ciências sociais, uma entrevista consiste numa conversa intencional, utilizada para “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira com os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (Bogdan & Biklen, 1994, p.134). Neste contexto, torna-se fundamental que o investigador crie empatia com o seu entrevistado, sem nunca deixar de ser directivo e imparcial no decorrer da entrevista (Bell, 1997; Fontana & Frey, 1998). Deste modo, o investigador deverá procurar criar um ambiente agradável e de confiança mútua, onde o entrevistado se sinta à vontade para expressar as suas opiniões, aspirações ou percepções. Claro está que o investigador deverá ter o cuidado de não emitir quaisquer juízos avaliativos durante o desenrolar da entrevista, mesmo que ouça algo que o perturbe, pois tal atitude poderá influenciar a resposta do entrevistado ou até mesmo inibi-lo de falar abertamente sobre a temática em estudo. Na realidade, tal como é salientado por Bogdan e Biklen (1994) não cabe ao investigador “modificar pontos de vista, mas antes em compreender os pontos de vista dos sujeitos e as razões que os levaram a assumi-los” (p.138).

À medida que o investigador planeia e realiza uma entrevista deverá também ter a preocupação de, por um lado, utilizar uma linguagem que seja facilmente compreendida pelo entrevistado e, por outro, de ouvir atentamente e de registar objectivamente o que ele diz, pois cada palavra tem o potencial para desvendar o mistério que tanto o seduz, isto é, o modo como cada sujeito percepção o mundo (Bogdan & Biklen, 1994). Contudo é importante não esquecer que a palavra oral e escrita está sempre revestida de uma certa ambiguidade, independentemente do cuidado tido aquando da formulação das questões e do registo das respostas dadas (Fontana & Frey, 1998). Ainda assim, o investigador não deve estar apenas atento às respostas pronunciadas pelo sujeito que está a ser entrevistado, mas também a uma série de gestos, expressões, hesitações, sinais não verbais que ele possa expressar e cujo registo é muito importante para a compreensão e legitimação do que foi dito (Bogdan & Biklen, 1994).

A entrevista pode ter vários graus de estruturação ou de formalidade, que têm expressão no contínuo entrevista estruturada a não estruturada (Bogdan & Biklen, 1994; Fontana & Frey, 1998) ou entrevista formal a informal (Cohen, Manion & Morrison, 2000). Na entrevista estruturada ou formal o investigador, tendo consciência daquilo que não sabe, dispõe de um conjunto de questões, geralmente fechadas, que vai colocando ao entrevistado segundo uma sequência pré-definida. Já na entrevista não estruturada ou informal, situada no outro extremo do contínuo, o entrevistado fala livremente sobre um determinado tópico que, sendo relevante para ele, foi introduzido pelo investigador. À medida que ele vai construindo a sua resposta, vão emergindo as áreas de interesse para o estudo que, na altura adequada, o investigador procurará aprofundar. Neste estudo optou-se por uma entrevista semi-estruturada, de modo a permitir à investigadora abordar todos os tópicos considerados cruciais para o estudo e, em simultâneo, dotar a entrevista da flexibilidade necessária para fazer quaisquer alterações que visassem um pedido de esclarecimento de algo que não tivesse sido compreendido ou quisesse ver aprofundado. Ainda que se tenha perdido a oportunidade de compreender como os entrevistados estruturavam os tópicos em estudo, este tipo de entrevista possibilitou a obtenção de dados comparáveis entre os vários participantes do estudo dada a estrutura pré-definida pelo guião.

Daqui se depreende que a entrevista permite a captação imediata da informação desejada, mas também o aprofundar dos dados obtidos através de outros métodos, nomeadamente da observação. Contudo, pode também acontecer o inverso, isto é, a entrevista ser ponto de partida para uma observação pois embora “permita aceder às representações dos sujeitos (quer se trate de opiniões, de aspirações ou de percepções), só de forma imperfeita dá informações sobre as suas práticas” (Albarello et al, 1997, p.88). Neste caso, a observação pode ser particularmente útil ao permitir averiguar o que as pessoas realmente fazem e se isso está em conformidade com o que dizem (Bell, 1997), pois, às vezes, os entrevistados dão respostas socialmente desejáveis ou omitem informações relevantes ao investigador (Bradburn, 1983, citado em Fontana e Frey, 1998).

A observação, enquanto método de recolha de dados, “não se limita a um simples “ver”; implica atenção e caracteriza-se por um comportamento orientado em função de um objectivo, envolvendo todos os sentidos” (Lopes, 2003, p.49). Contudo, as impressões que a investigadora vai recolhendo, dependem das suas perspectivas acerca do mundo, e mais concretamente do fenómeno observado, o que constitui uma das maiores críticas a este método de recolha de dados (Adler & Adler, 1998). Daí que o investigador, à medida faz as suas observações no contexto natural, deverá ter o cuidado de registar objectivamente e pormenorizadamente a situação e os comportamentos que ocorreram no campo, eliminando possíveis interpretações pessoais, de modo a tornar os seus dados mais credíveis (Bogdan & Biklen, 1994; Lopes, 2003).

Segundo Gold (1958, citado em Cohen, Manion & Morrison, 2000) o investigador pode desempenhar uma variedade de papéis possíveis que têm expressão no contínuo participante completo a observador completo. Na presente investigação optou-se por uma abordagem que se situa algures entre os dois extremos, pois a investigadora não pretendeu participar em nenhuma das actividades do local onde decorreu o estudo, como faria um observador completo, nem observar os participantes ao ponto deles nem saberem que estavam a ser estudados, como faria um observador completo. Neste caso, em que a investigadora foi observadora enquanto participante, os professores e respectivos alunos souberam que estavam a ser observados, mas a investigadora teve o cuidado de estabelecer pouco contacto com eles durante a

realização das suas actividades, de modo a que os comportamentos observados se aproximassem ao máximo do que era normal.

Bell (1997) e Cohen, Manion e Morrison (2000) referem ainda que a observação, à semelhança do que acontece com as entrevistas, pode ter vários graus de estruturação, que se representam no contínuo observação estruturada a observação pouco estruturada. Neste estudo optou-se por uma observação semi-estruturada, pois a investigadora teve como ponto de partida algumas categorias de observação, mas esteve aberta à formação de novas categorias relevantes para o estudo à medida que foi recolhendo os dados.

Por fim, recorreu-se ainda a documentos escritos como fontes de dados, nomeadamente o programa da disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade (Amador & Mendes, 2003), as provas de exame nacional de Biologia e Geologia de 2006 (GAVE, 2006a, 2006b) e outros documentos construídos pelos professores (fichas de trabalho, protocolos experimentais) e pelos alunos com pertinência para o estudo. Estes têm a vantagem de constituírem uma fonte de dados objectiva quando comparada como as outras (Merrian, 1991, citada em Machado, 2004), uma vez que a investigadora não desempenha um papel activo na sua produção. Para além disso, alguns deles permitem complementar os dados recolhidos por outros métodos (Duffy, 1997). Assim sendo, coube à investigadora localizar e aceder aos documentos escritos, de modo a analisá-los conjuntamente com outros dados obtidos pelas entrevistas e pelas observações.

### **3.2.2. Tratamento e análise dos dados**

No decorrer de um estudo, o investigador pode recolher uma multiplicidade de dados que, de acordo com as suas especificidades, poderão ser sujeitos a diferentes métodos de análise. Para tal, o investigador deverá olhar cuidadosamente para a natureza, as características e a qualidade dos dados para posteriormente poder seleccionar a metodologia adequada para a sua análise (Leedy, 1993, citado em Lopes, 2003).

Apesar de não haver consenso relativamente ao próprio significado de análise de dados (Coffey & Atkinson, 1996; citados em Lopes, 2003), optou-se, neste trabalho, pela perspectiva de Bogdan e Biklen (1994) que a definem como sendo um processo sistemático “que envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta de aspectos importantes e do que deve ser apreendido e a decisão do que vai ser transmitido aos outros” (p.205). Ainda que esta análise possa ser concomitante com a recolha de dados, a maior parte deles só foi analisada após o abandono do local de investigação, neste caso, da escola.

Assim sendo, depois da investigadora ter definido o *corpus*, isto é, “o conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (Bardin, 2004, p.90), procedeu à sua análise de conteúdo, através do estabelecimento de categorias de codificação, isto é, de palavras ou frases que representam tópicos ou padrões. Neste sentido, a investigadora fez várias leituras flutuantes pelos dados de modo estabelecer as categorias de codificação que dos dados foram emergindo. Uma vez que não é exequível trabalhar todos os dados recolhidos, esta fase revelou-se muito importante ao permitir a sua redução. Depois de estarem definidas as categorias de codificação, a investigadora voltou a ler os dados cuidadosamente de modo a atribuir a cada parágrafo ou frase a categoria adequada (Abercrombie, Hill & Turner, 1988, citados por Duffy, 1997).

Dado que a categorização não esgota a análise, foi ainda realizada a triangulação dos dados obtidos por diferentes métodos, através do estabelecimento de conexões entre eles que possibilitaram novas interpretações e o aumento do grau de confiança das explicações que foram surgindo com o intuito de se compreender o fenómeno em estudo.

## **CAPÍTULO 4**

### **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Este capítulo está dividido em três grandes categorias que vão ao encontro dos objectivos definidos para esta investigação. Na primeira analisam-se as questões referentes ao trabalho experimental dos exames nacionais de Biologia e Geologia de 2006. Na segunda apresentam-se e discutem-se os resultados dos 30 alunos participantes às questões da prova de exame de 2006 da 2ª fase sobre o trabalho experimental. Na terceira apresentam-se os três professores que participaram no estudo, as suas concepções sobre o ensino-aprendizagem e os exames nacionais, as suas práticas e a articulação destas com as aprendizagens preconizadas pelos exames nacionais de 2006 à disciplina de Biologia e Geologia de 11º ano. De salientar que cada categoria termina com uma síntese do que foi apresentado.

#### **4.1. AS PROVAS DE EXAME DE BIOLOGIA E GEOLOGIA**

Em 2006, foram implementados, pela primeira vez, exames nacionais à disciplina bienal de Biologia e Geologia. Ao constituírem-se como provas escritas e de duração limitada (120 minutos), não permitem avaliar uma amostra representativa das aprendizagens preconizadas pelo currículo instituído. Deste modo, acabam por enfatizar umas competências em detrimento de outras, igualmente importantes para o desenvolvimento integral dos alunos, podendo criar um certo enviesamento nos currículos implementado e aprendido nas escolas.

Estas provas incluem quatro conjuntos de itens que contemplam, de uma forma integrada, os conteúdos programáticos, independentemente da componente (Biologia ou Geologia) ou do ano em que se inserem (10º ou 11º). Os itens de cada conjunto podem ser questões de resposta fechada (verdadeiro/falso, escolha múltipla, associação ou correspondência) ou aberta (composição curta ou composição extensa orientada) e têm como suporte informações expressas sob a forma de textos, figuras ou quadros. De salientar que nos itens de composição extensa orientada, para além

das competências específicas da disciplina, nos domínios do conhecimento e raciocínio, são também avaliadas competências no domínio da comunicação em língua portuguesa tendo como referência diferentes níveis de desempenho.

Com base na informação fornecida surgem diferentes tipos de questões: interpretação da informação, análise crítica de argumentos, elaboração de pequenos textos que expliquem cientificamente determinadas situações ou que demonstrem conhecimento de alguns marcos históricos da Biologia e da Geologia, indicação de factos e conceitos científicos, planeamento de investigações, formulação de objectivos, entre outros (GAVE, 2006a, 2006b).

Dada a quantidade e diversidade de itens que compõem cada uma das provas, apenas se analisarão em profundidade os que se relacionam com trabalhos experimentais. Tal opção tem subjacente o facto dessa estratégia de ensino-aprendizagem constituir o cerne desta investigação. Importa ainda referir que os itens serão apresentados segundo a ordem pela qual surgem nas provas aplicadas nas 1ª e 2ª fases. Na prova de exame da 1ª fase, apresentada seguidamente, destacam-se as três primeiras questões do grupo I ao terem por base uma investigação de natureza experimental sobre a influência de factores externos na fluidez das membranas celulares:

#### I

##### Laboratório de membranas

A fluidez das membranas – condição essencial à sua funcionalidade – é afectada pela temperatura e pela respectiva composição química. Face a alterações do meio, as células regulam a composição lipídica da membrana plasmática, de forma que esta mantenha uma fluidez constante.

Com vista a determinar a influência de factores externos na fluidez da membrana, comparou-se esta propriedade na membrana das plaquetas de sete pacientes dependentes de álcool com um grupo de controlo composto pelo mesmo número de indivíduos. A fluidez das membranas foi determinada, recorrendo-se à anisotropia fluorescente: quanto mais altos forem os seus valores, menos fluida é a membrana. Para cada grupo, foram efectuadas duas determinações da fluidez, no 1.º e no 14.º dias do estudo. A seguir à 1.ª determinação, os pacientes dependentes de álcool foram privados do seu consumo. Os resultados obtidos encontram-se registados no gráfico da figura 1. Durante a discussão dos resultados, o autor deste estudo colocou várias reservas relativamente à possibilidade de generalizar as conclusões.

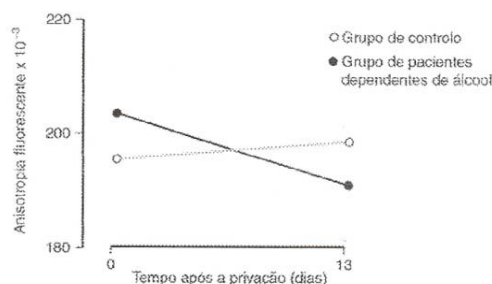


Figura 1 – Variação da fluidez das membranas das plaquetas ao longo da experiência

(continua)



(continuação)

1. Selecciona a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte.

Na selecção dos indivíduos do grupo que serviu de controlo, procurou-se que estes...

- (A) ... apresentassem diferentes graus de dependência do álcool.
- (B) ... constituíssem uma amostra aleatória da população.
- (C) ... apresentassem a mesma distribuição de idade e de sexo que o grupo de pacientes.
- (D) ... fossem medicados com substâncias que afectam a fluidez da membrana.

2. Selecciona a alternativa que permite preencher os espaços, de modo a obter afirmações correctas.

De acordo com os dados do gráfico, ocorreu um aumento da fluidez da membrana \_\_\_\_\_. Em consequência, no fim do estudo, as membranas das plaquetas do grupo que serviu de controlo encontravam-se \_\_\_\_\_ fluidas que as dos pacientes dependentes de álcool.

- (A) no grupo que serviu de controlo [...] menos
- (B) nos pacientes dependentes de álcool [...] mais
- (C) no grupo que serviu de controlo [...] mais
- (D) nos pacientes dependentes de álcool [...] menos

3. Selecciona a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte.

Colocaram-se reservas relativamente à possibilidade de generalizar as conclusões deste estudo dado que...

- (A) ... se aplicou a mesma técnica de medição da fluidez da membrana nos dois grupos.
- (B) ... se seleccionou um reduzido número de indivíduos para qualquer dos grupos.
- (C) ... se determinou a fluidez da membrana, nos dois grupos, nos mesmos dias.
- (D) ... se privou do consumo de álcool, no mesmo dia, todos os pacientes dependentes de álcool.

Extraído de GAVE, 2006a, pp. 4 e 5

Na questão 1 avaliam-se competências nos domínios do conhecimento e raciocínio. Assim sendo, o aluno deverá seleccionar e analisar as informações presentes no texto sobre a formação dos grupos experimental e de controlo para que, em função disso e dos conhecimentos que possui, possa indicar, com base nas opções disponíveis, qual terá sido o critério subjacente à selecção do grupo de controlo.

Já na questão 2, o aluno terá de seleccionar a informação relativa à técnica utilizada para determinar a fluidez da membrana – a anisotropia fluorescente – para posteriormente poder interpretar os resultados obtidos que se encontram expressos num gráfico.

Por fim, na questão 3, espera-se que o aluno justifique por que motivo se colocam reservas à generalização dos resultados por análise das várias opções que lhe são fornecidas. Mais uma vez se apela à aplicação de conhecimentos numa nova situação, nomeadamente o conceito de amostra tão frequentemente associado a estudos desta natureza.

Na mesma prova de exame, o grupo III começa com um texto onde são apresentadas algumas informações sobre o ser vivo *Giardia*, nomeadamente características celulares e o respectivo ciclo de vida. De destacar aqui a questão 6 onde

o aluno deverá planejar uma possível investigação com a *Giardia*, como se apresenta em seguida:

### III

#### ***Giardia*: um elo perdido na evolução das células eucarióticas?**

Alguns autores consideram que *Giardia* apresenta uma ultra-estrutura semelhante à das células eucarióticas mais primitivas. É nucleada, apresentando, curiosamente, dois núcleos idênticos; no entanto, não apresenta mitocôndrias nem cloroplastos, e a ocorrência de outros organitos (como retículo endoplasmático ou aparelho de Golgi) não é consensual entre os diferentes autores.

Existem diferentes espécies de *Giardia*, que podem infectar vários animais. No homem, o microrganismo vive em condições anaeróbias no interior do intestino, alimentando-se dos produtos mucosos secretados pelos tecidos intestinais. Este microrganismo é um parasita unicelular que, ao longo do seu ciclo de vida, alterna entre duas formas: quisto e trofozoíto.

Os trofozoítos multiplicam-se por bipartição no interior do intestino delgado. Quando os parasitas passam para o intestino grosso, ocorre a formação de quistos, formas resistentes, que podem contaminar aquíferos, constituindo formas infectantes. A infecção por *Giardia* (giardíase) é uma doença de veiculação hídrica.

6. Alguns autores consideram *Giardia* um elo perdido na evolução entre células procarióticas e células eucarióticas, enquanto outros defendem que terá evoluído a partir de células eucarióticas mais complexas, por perda de determinados organitos.

Apresente uma possível via de investigação que permitisse comprovar uma das hipóteses mencionadas e rejeitar a outra.

Extraído de GAVE, 2006a, pp. 10 e 11

Esta questão para além de contemplar algum conteúdo científico, promove o raciocínio e o pensamento crítico, quando o aluno analisa a informação presente no texto e define várias estratégias que lhe permitem abordar o problema, a tomada de decisão, quando escolhe a estratégia que melhor se adequa à situação em estudo e a comunicação, quando produz um texto escrito, com coerência interna, que lhe permite responder à questão.

Relativamente à prova aplicada na 2.<sup>a</sup> fase, destacam-se, pela componente experimental, os quatro primeiros itens do grupo III. Este inicia-se com o relato de duas investigações realizadas com plantas de arroz como em seguida se apresenta:

### III

#### Alongamento do caule na planta do arroz

O arroz é uma planta semi-aquática. Algumas variedades que conseguem sobreviver durante, pelo menos, um mês, em águas com profundidades superiores a 50 cm, têm uma capacidade extrema de alongamento do caule ao nível dos entrenós (região de um caule entre dois nós sucessivos; os nós constituem os locais de inserção das folhas). O crescimento é induzido por um sinal do ambiente e é mediado, pelo menos, pela interacção de três hormonas: o etileno, o ácido abscísico e as giberelinas.

Métraux e Kende (1983) compararam o comprimento dos entrenós, ao longo de 7 dias, em dois grupos de plantas de arroz das variedades mencionadas. Um grupo foi mantido emerso; o outro grupo foi sujeito ao seguinte regime: as plantas foram parcialmente submersas num tanque de 1 metro de altura, de modo que um terço da folhagem permanecesse fora de água; à medida que foram crescendo, foram progressivamente afundadas no tanque (gráfico a da figura 4).

Os resultados desta investigação estão registados no gráfico b da figura 4.

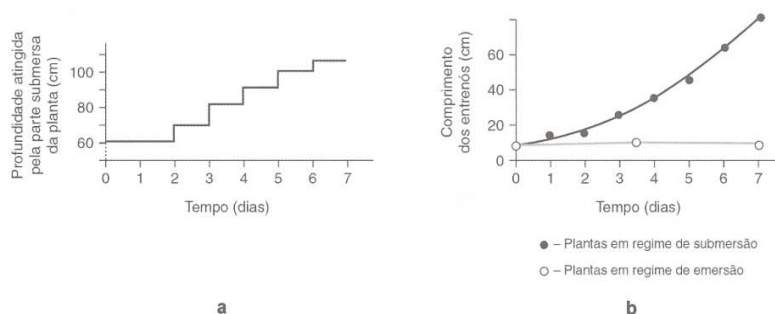


Figura 4 – Regime de submersão (a) e resultados da 1.ª investigação de Métraux e Kende (b)

Numa segunda investigação, Métraux e Kende (1983) aplicaram externamente etileno, numa concentração de  $0,4 \mu\text{L L}^{-1}$ , a um grupo de plantas que cresceram fora de água, e registaram o comprimento dos entrenós ao longo de 7 dias. Os resultados foram comparados com os obtidos com um outro grupo de plantas, mantido nas mesmas condições, mas ao qual não foi aplicado etileno (figura 5).

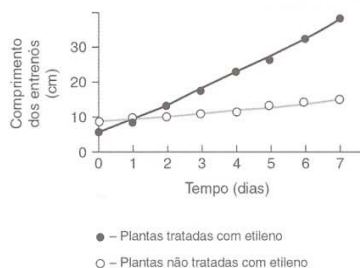


Figura 5 – Resultados da 2.ª investigação de Métraux e Kende

1. Seleccione a alternativa que permite preencher os espaços, de modo a obter uma afirmação correcta.

O objectivo da \_\_\_\_\_ investigação efectuada por Métraux e Kende (1983) foi estudar o efeito da \_\_\_\_\_.

- (A) primeira [...] aplicação externa de etileno no alongamento dos entrenós
- (B) primeira [...] submersão das plantas no alongamento dos entrenós
- (C) segunda [...] aplicação externa de etileno na concentração desta hormona nos tecidos
- (D) segunda [...] submersão das plantas na concentração de etileno nos tecidos

2. Seleccione a alternativa que permite preencher os espaços, de modo a obter uma afirmação correcta.

Em ambas as investigações, o grupo \_\_\_\_\_ era constituído por plantas \_\_\_\_\_.

- (A) de controlo [...] emersas, não tratadas com etileno
- (B) experimental [...] emersas, tratadas com etileno
- (C) de controlo [...] submersas, não tratadas com etileno
- (D) experimental [...] submersas, tratadas com etileno

(continua)

(continuação)

3. Selecciona a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte.

A afirmação que traduz a conclusão da segunda investigação de Métraux e Kende (1983) é:

- (A) o aumento da profundidade faz variar a concentração de etileno nos tecidos dos entrenós.
- (B) a alteração da concentração de etileno no meio é responsável pelo alongamento dos entrenós.
- (C) o alongamento dos entrenós depende da profundidade a que as plantas estão submersas.
- (D) o alongamento dos entrenós é independente da concentração de etileno no meio.

4. Experiências efectuadas com plantas de arroz indicam que a velocidade de absorção de iões potássio é menor quando as plantas estão colocadas em solos inundados (pouco arejados) do que quando as plantas se encontram em solos sem problemas de arejamento.

Explique de que modo o arejamento do solo interfere na velocidade de absorção de iões potássio do solo para o interior da raiz.

Na resposta, devem ser utilizados os seguintes conceitos: respiração aeróbia, transporte activo e energia metabólica.

Extraído de GAVE, 2006b, pp.12 e 13

Na questão 1 pretende-se que o aluno analise a informação veiculada pelo texto para, com base nos procedimentos efectuados, poder identificar os principais objectivos das duas investigações realizadas.

Após a definição dos objectivos, o aluno deverá ser capaz de identificar, na questão 2, o grupo seleccionado para ambas as investigações e as suas principais características. Deste modo, espera-se que o aluno selecione e analise a informação disponível sobre os vários grupos formados para, com base nos conhecimentos que tem sobre os grupos de controlo e experimental, poder inferir quais terão sido os critérios de selecção de cada um.

Já na questão 3 pretende-se que o aluno interprete os resultados obtidos na segunda investigação e que se apresentam sob a forma de um gráfico para, a partir deles, poder extrair uma possível conclusão.

Por fim, na questão 4 espera-se que o aluno, compreendendo os conceitos de respiração aeróbia, transporte activo e energia metabólica, os articule de modo a explicar um dado fenómeno biológico, neste caso concreto, de que modo o arejamento do solo interfere na velocidade de absorção do ião potássio ao nível da raiz. Deverá fazê-lo através da produção de um pequeno texto escrito, com coerência interna, onde utilizará correctamente a língua portuguesa e a linguagem científica.

## **SÍNTESE**

Após a análise das provas de exame de 2006 pode-se afirmar que as mesmas apresentam um elevado nível de exigência conceptual, pois promovem a integração dos diferentes conteúdos e apelam sobretudo a competências no domínio do raciocínio. Ambas permitem avaliar o desenvolvimento de competências geralmente associadas a um ensino prático de natureza experimental. Entre elas destacam-se as seguintes: definir o objectivo da actividade experimental, seleccionar os grupos experimental e de controlo, planear investigações, interpretar os resultados obtidos, fazer generalizações e retirar conclusões.

### **4.2. OS ALUNOS E A PROVA DE EXAME DA 2ª FASE DE BIOLOGIA E GEOLOGIA**

No final do ano lectivo 2006/2007, os três professores participantes aplicaram nas suas turmas de 11º ano as quatro primeiras questões do grupo III da prova de exame de Biologia e Geologia implementada em 2006 na 2.ª fase. Pretendendo averiguar se as práticas observadas contribuíram para o desenvolvimento das competências implicadas em cada uma dessas questões, a investigadora seleccionou apenas os resultados obtidos pelos 30 alunos (12 da professora Ana, nove do professor Luís e nove da professora Maria) presentes nas aulas de trabalho experimental assistidas para que pudessem ser analisados.

A correcção das várias questões teve por base os critérios gerais de classificação definidos pelo GAVE (2006b). De salientar que no item de resposta aberta os critérios de classificação estão organizados segundo níveis de desempenho. O enquadramento das respostas em cada um dos níveis de desempenho tem por base aspectos de conteúdo, de organização lógico-temática e de domínio da linguagem científica.

No que se refere ao conteúdo a abordar, a resposta deverá contemplar os seguintes aspectos (GAVE, 2006b, p.C7):

- durante a absorção de iões potássio para o interior da raiz, ocorre transporte activo;
- quanto maior for a quantidade de ATP disponível nas células, maior poderá ser a velocidade de transporte activo de iões potássio para o interior da raiz;

- quanto maior for a quantidade de oxigénio existente no solo, maior poderá ser a taxa de respiração aeróbia.

O quadro 2 apresenta os descritores de cada nível de desempenho, bem como, a respectiva cotação a atribuir.

Quadro 2.

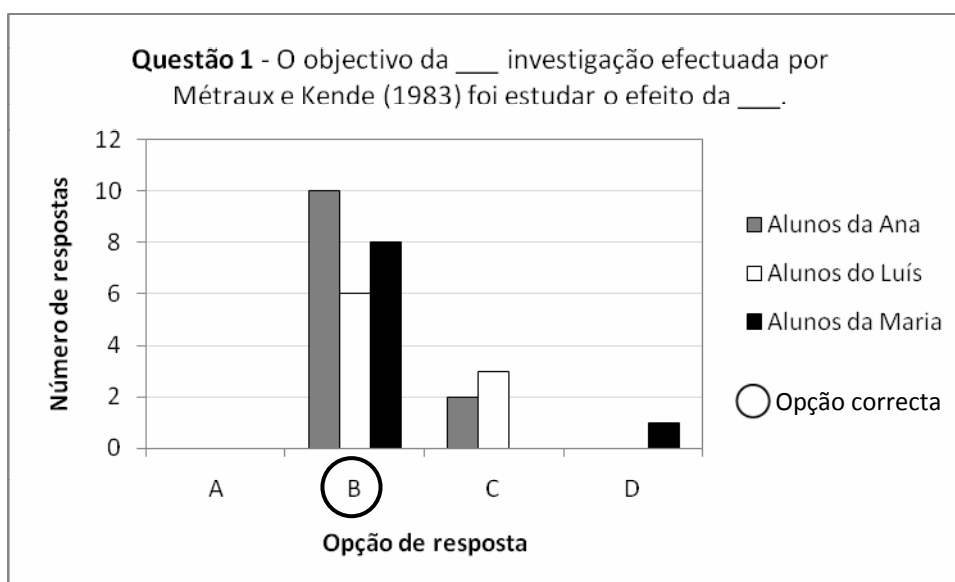
*CrITÉrios de Classificação para a Questão de Resposta Aberta (Extraído de GAVE, 2006b, p.C7).*

Descritores do nível de desempenho			Cotação (pontos)
Níveis	6	A resposta contempla os <b>três tópicos</b> . Redacção coerente no plano lógico temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização de linguagem científica adequada.	13
	5	A resposta contempla os <b>três tópicos</b> . Redacção coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização de linguagem científica não adequada. Ou A resposta contempla os <b>três tópicos</b> . Redacção com falhas no plano lógico-temático, mesmo que com correcta utilização de linguagem científica.	11
	4	A resposta contempla <b>dois tópicos</b> . Redacção coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização de linguagem científica adequada.	9
	3	A resposta contempla <b>dois tópicos</b> . Redacção coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização de linguagem científica não adequada. Ou A resposta contempla <b>dois tópicos</b> . Redacção com falhas no plano lógico-temático, mesmo que com correcta utilização de linguagem científica.	7
	2	A resposta contempla apenas <b>um tópico</b> . Utilização de linguagem científica adequada.	5
	1	A resposta contempla apenas <b>um tópico</b> . Utilização de linguagem científica não adequada.	3

Caso a resposta não contemple nenhum dos tópicos acima mencionados, a cotação a atribuir será de zero pontos. Para facilitar a sua representação gráfica, optou-se por enquadrar essas respostas no nível 0 de desempenho. Em seguida apresentam-se os resultados obtidos tendo em conta a estrutura da prova de exame.

Na questão 1 “O objectivo da \_\_\_\_ investigação efectuada por Métraux e Kende (1983) foi estudar o efeito da \_\_\_\_.” a maioria dos alunos (24 num total de 30)

respondeu correctamente indicando a opção B “primeira [...] submersão das plantas no alongamento dos entrenós”. Os restantes assinalaram as opções C “segunda [...] aplicação externa de etileno na concentração desta hormona nos tecidos” e D “segunda [...] submersão das plantas na concentração de etileno nos tecidos” como se apresenta em seguida (figura 7):

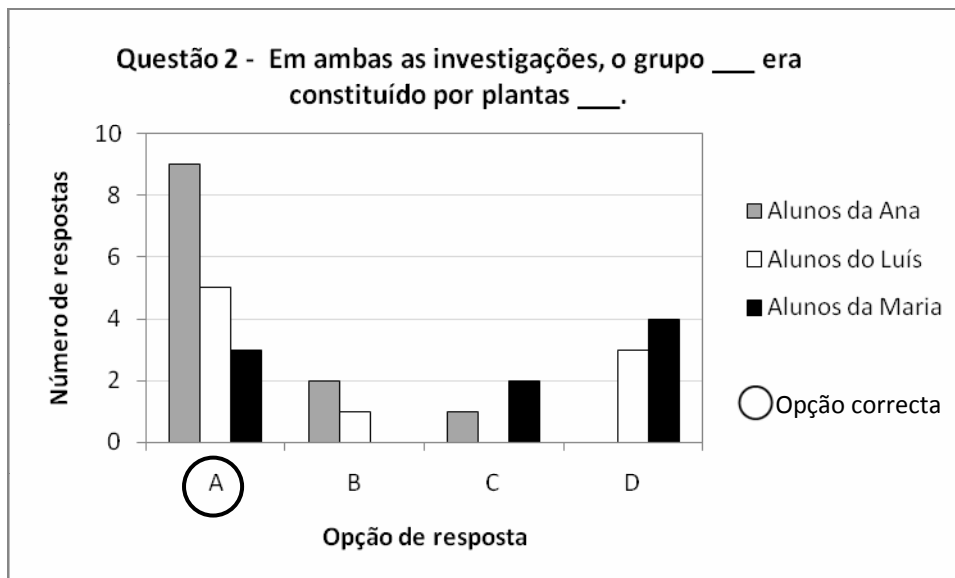


*Figura 4.* Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 1 da prova de exame da 2ª fase (GAVE, 2006b).

Estes resultados revelam que a maioria dos alunos, independentemente do tipo de professor, é capaz de identificar os objectivos de uma actividade experimental quando lhes são dadas informações sobre o procedimento efectuado. Tal poderá dever-se à implementação de práticas pedagógicas pontuadas por actividades práticas onde os alunos desenvolvem este tipo de competência. Já os erros associados a esta questão provavelmente terão resultado de uma má compreensão da informação veiculada pelo texto, em virtude desses seis alunos poderem manifestar dificuldades no domínio da língua portuguesa e/ou da linguagem científica.

À questão 2 “Em ambas as investigações, o grupo \_\_\_\_ era constituído por plantas \_\_\_\_.” responderam correctamente 17 alunos indicando a opção A “de controlo [...] emersas, não tratadas com etileno”. Dos restantes 13 há a destacar que três alunos assinalaram a opção B “experimental [...] emersas, tratadas com etileno”, outros três a

opção C “de controlo [...] submersas, não tratadas com etileno” e sete alunos indicaram a opção D “experimental [...] submersas, tratadas com etileno” como se apresenta em seguida (figura 8):



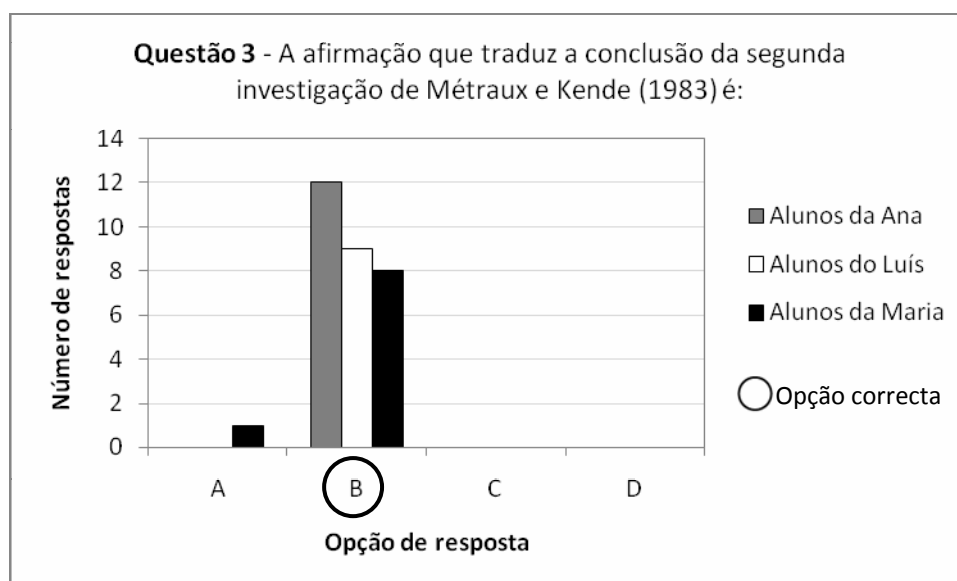
*Figura 5.* Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 2 da prova de exame da 2ª fase (GAVE, 2006b).

Ainda que a maioria dos alunos tenha sido capaz de identificar o grupo de controlo, estes resultados mostram que alguns, principalmente os alunos dos professores Luís e Maria, apresentam dificuldades em fazê-lo. Tal poderá indiciar que estes alunos não estão muito familiarizados com os conceitos de grupo de controlo e grupo experimental por não realizarem frequentemente trabalhos práticos de natureza experimental. Contudo, outros há que reconhecem o papel do grupo de controlo, mas ao não conseguirem caracterizá-lo aparentam ter alguma dificuldade na compreensão da informação fornecida, no domínio da língua portuguesa e/ou da linguagem científica.

Na questão 3 “A afirmação que traduz a conclusão da segunda investigação de Métraux e Kende é \_\_\_\_” todos os alunos à excepção de um responderam correctamente indicando a opção B “a alteração da concentração de etileno no meio é responsável pelo alongamento dos entrenós”. De salientar que o único aluno a



responder incorrectamente a esta questão também o fez nas questões anteriores. A distribuição das respostas dos alunos à questão 3 apresenta-se na figura 8:



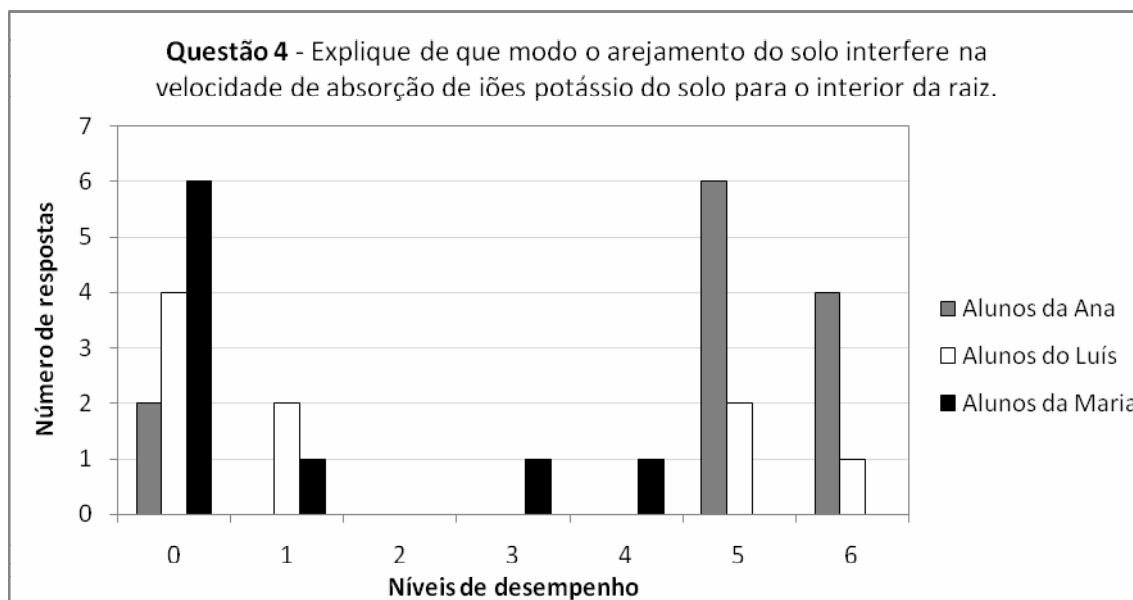
*Figura 6.* Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 3 da prova de exame da 2ª fase (GAVE, 2006b).

Estes resultados parecem indicar que os alunos, independentemente do professor, não revelam dificuldades em retirar conclusões a partir de dados expressos num gráfico. Contudo, apesar destes dados resultarem de um trabalho experimental, a competência aqui avaliada não é exclusivamente desenvolvida mediante a implementação deste tipo de estratégia, pelo que estes resultados não permitem por si só retirar inferências sobre os tipos de trabalho prático que poderão ter contribuído para os alunos serem capazes de retirar conclusões.

Tendo em consideração o que atrás foi referido, o aluno que respondeu incorrectamente a esta questão poderá manifestar dificuldades na compreensão e interpretação da informação fornecida e no domínio da língua portuguesa e/ou da linguagem científica. No entanto, convém não afastar a hipótese do seu desempenho ter sido influenciado pelas condições inerentes à realização da prova.

Na questão 4 “Explique de que modo o arejamento do solo interfere na velocidade de absorção de iões potássio do solo para o interior da raiz.” metade dos alunos ficou muito aquém do nível de desempenho pretendido, encontrando-se as

suas respostas nos níveis zero e um de desempenho. De referir que oito desses alunos (um da professora Ana, três do professor Luís e quatro da professora Maria) não deram sequer resposta à questão. A distribuição das respostas pelos vários níveis de desempenho apresenta-se em seguida (figura 9):



*Figura 7.* Distribuição das respostas dos alunos dos três professores à questão 4 da prova de exame da 2ª fase (GAVE, 2006b).

Pelo bom desempenho destacam-se dez alunos da professora Ana e três do professor Luís, pelo facto das suas respostas contemplarem os três tópicos atrás mencionados independentemente da respectiva redacção ter falhas no plano lógico-temático ou apresentar linguagem científica pouco adequada – níveis cinco e seis de desempenho. Em seguida, apresenta-se um exemplo de resposta que se enquadra no nível seis de desempenho:

Para que ocorra absorção de iões potássio do solo para o interior da raiz é necessário ATP (energia), já que esse transporte é um transporte activo, uma vez que a concentração destes iões maior no interior da raiz (para eles entrarem têm que ir contra o gradiente de concentração).

Ora, para que as plantas obtenham ATP as suas células têm que realizar respiração aeróbia. No entanto, para que se realize respiração aeróbia, ou seja, para que se obtenha energia metabólica para se realizar o transporte dos iões potássio para o interior da raiz é necessário oxigénio.

Portanto quanto maior for o arejamento do solo, maior é a concentração de oxigénio no solo, portanto maior é a energia metabólica produzida e portanto mais rapidamente os iões potássio vão entrar no interior da raiz. Quanto menor for o arejamento do solo, vai ser, portanto, menor a velocidade de entrada de iões potássio no interior da raiz. (Resposta dada por um(a) aluno(a) da professora Ana e que se enquadra no nível seis de desempenho)

Apresenta-se também um exemplo de resposta que, apesar de contemplar os três tópicos de discussão, se enquadra no nível cinco de desempenho por conter falhas no plano lógico-temático:

A respiração aeróbia fornece energia à planta do arroz, pelo que a energia de que a planta dispõe será tanto maior quanto melhor for a capacidade respiratória da planta.

Por isso, uma planta que se encontre num solo inundado terá menos energia que uma planta de um solo emerso.

A absorção dos iões potássio envolve dispêndio de energia metabólica, por existirem em maior quantidade no interior da planta. Esta absorção é então designada por transporte activo, em que há o tal dispêndio de energia metabólica.

Podemos assim afirmar que o facto de as plantas de solos arejados absorverem mais iões potássio se deve à realização de respiração aeróbia de modo mais eficiente, o que permite à planta a obtenção de mais energia metabólica, e que permitirá a sua utilização na realização de transporte activo de forma mais eficiente. (Resposta dada por um(a) aluno(a) do professor Luís e que se enquadra no nível cinco de desempenho)

De modo a se poder compreender a tão grande taxa de insucesso associada a esta questão apresentam-se de seguida dois exemplos de resposta que se enquadram nos níveis três e um de desempenho respectivamente:

As plantas de arroz, ao efectuarem uma respiração aeróbia, ganham a energia metabólica para que os iões de potássio sejam absorvidos pela raiz através do transporte activo, visto que este tipo de transporte necessita de energia para ser efectuado. (Resposta dada por um(a) aluno(a) da professora Maria e que se enquadra no nível três de desempenho)

O arejamento do solo ajuda o transporte de iões e minerais para a raiz da planta. Esta devido aos pêlos radiculares que contém absorve, por transporte activo, os iões de potássio, por exemplo. No transporte activo temos de ter em conta o gasto de energia. Na respiração aeróbia há consumo de energia para formação de certas substâncias, tais como lactose e álcool.

(Resposta dada por um(a) aluno(a) do professor Luís e que se enquadra no nível um de desempenho)

Estes resultados revelam que alguns alunos têm dificuldade na compreensão dos conceitos científicos implicados na questão 4, bem como, na sua articulação, o que indicia uma aprendizagem compartimentada dos mesmos. A maioria manifesta dificuldades no domínio da comunicação em língua portuguesa, produzindo textos com falhas no plano lógico-temático ou utilizando uma linguagem científica pouco adequada.

O elevado número de respostas em branco pode dever-se ao facto destes conteúdos serem abordados no 10º ano de escolaridade. Nessa altura, a aprendizagem dos mesmos poderá ter sido pouco significativa, reduzindo-se à sua memorização para um futuro imediato. Daí que, quando confrontados, um ano depois, com os mesmos os alunos já não se lembrassem deles.

## **SÍNTESE**

Quando analisados os resultados dos alunos às quatro questões do grupo III da prova de exame da segunda fase constata-se que alguns manifestam dificuldades na compreensão e interpretação da informação fornecida, em parte pelo facto de não apresentarem um bom domínio da língua portuguesa e da linguagem científica. Pelas mesmas razões, apresentam dificuldades em comunicar as suas ideias através da produção de textos escritos.

Para além disso, os resultados indiciam que os alunos estão pouco familiarizados com o trabalho experimental, isto é, com actividades práticas onde há o controlo de variáveis. Contudo, dado que a maioria é capaz de identificar os objectivos de uma actividade e de retirar conclusões a partir dos dados obtidos, pode-se inferir que os alunos estiveram envolvidos em actividades laboratoriais de natureza não experimental ou outro tipo de actividade prática onde essas competências puderam ser desenvolvidas.

#### **4.3. OS PROFESSORES, O TRABALHO EXPERIMENTAL E AS PROVAS DE EXAME**

Este estudo contou com a participação de três professores – a Ana, o Luís e a Maria – que, pertencendo ao quadro de nomeação definitiva de escolas situadas na área da grande Lisboa, leccionavam no ano lectivo 2006/2007 a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano de escolaridade. De forma a contextualizar o estudo realizado, procede-se em seguida à sua caracterização.

Professora do ensino básico e secundário há 34 anos, a Ana começou a desempenhar essa profissão com uma habilitação própria, conferida pela licenciatura em farmácia. O descontentamento pelo futuro que se lhe avizinhava enquanto farmacêutica e o crescente interesse pela arte de ensinar levaram-na, mais tarde, a realizar a licenciatura em Biologia, com a qual actualmente se sente realizada, e a profissionalização em serviço.

Considera-se uma pessoa preocupada com o ensino, pois o mesmo condiciona a qualidade das aprendizagens. Reflectindo criticamente sobre o seu conhecimento científico e pedagógico assume a necessidade de uma constante actualização. Neste sentido, tem frequentado ao longo dos anos várias acções de formação, sendo uma das últimas sobre o ensino experimental. De salientar que esta acção, frequentada por professores do primeiro ciclo ao secundário, acabou por se revelar ineficaz, pois “as práticas eram essencialmente de conteúdo e grau de dificuldade ao nível do nono ano”. Apesar da sua vasta experiência no ensino secundário, é a primeira vez que lecciona a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano.

Licenciado em Biologia, ramo educacional, o professor Luís espelha a maturidade adquirida ao longo de 27 anos de docência principalmente no ensino secundário. Reservado e cordial, o Luís é uma pessoa preocupada com ensino e a aprendizagem, assumindo de forma clara as suas limitações. No sentido de as colmatar, tem realizado, nos últimos anos, várias acções de formação, mas nenhuma no âmbito do trabalho experimental, pelo facto da oferta não ir ao encontro dos seus próprios interesses. Encontra-se a leccionar pela segunda vez a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano de escolaridade.

Apesar de ser a mais nova dos professores participantes, a Maria já conta com vasta experiência no ensino, nomeadamente ao nível do secundário, adquirida ao

longo de 22 anos de serviço. Com qualificação para a docência, conferida pela licenciatura em Biologia, ramo educacional, a Maria assume-se como uma pessoa interessada em melhorar o seu desempenho em prol da qualidade das aprendizagens dos seus alunos. Assim sendo, tem feito formação contínua de acordo com as necessidades sentidas, encontrando-se, nesta altura, a frequentar uma acção de formação sobre o trabalho experimental no ensino básico. À semelhança da professora Ana é a primeira vez que lecciona a disciplina de Biologia e Geologia ao 11º ano.

Em seguida apresentam-se os resultados referentes aos professores participantes segundo as categorias criadas de uma forma indutiva a partir das entrevistas e das observações de aulas efectuadas.

#### **4.3.2. Perspectivas sobre as práticas pedagógicas**

Relativamente ao perfil de um bom aluno, sobressaíram dos discursos dos três professores competências nos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes, como sejam: manifestar curiosidade e empenho, gosto pelo trabalho e pelo estudo; participar nas actividades de forma crítica; respeitar as regras de convivência em vários contextos e mobilizar saberes para a compreensão de várias situações. Contudo, dado que cada um lhes atribui uma ênfase diferente apresentam-se, em seguida, as suas respostas:

Olhe, que tenha um espírito de observação muito desenvolvido, que tenha uma boa capacidade de trabalho. (...) Claro que tem de ter lá um certo conteúdo. Mas presentemente acredito muito na capacidade de trabalho porque já vi alunos com um QI elevado não atingirem certos objectivos que outros, mais trabalhadores mas menos dotados intelectualmente, conseguiram. (Ana, E1)

É um indivíduo que é fácil de motivar ou que está motivado e que quer aprender e tem capacidade para isso. (Luís, E1)

Um bom ou uma boa aluna. No que toca à parte de conteúdos programáticos, é um aluno que consegue captar toda a informação que eu forneço, consegue depois relacionar assuntos, pôr questões. (...) Um aluno tem que saber estar numa aula, tem que saber respeitar o professor, o colega e nós conseguimos perceber pelas atitudes deles. E há alunos que conseguem, poucos, poucos infelizmente, mas conseguem estar numa aula, pôr as questões na altura correcta, participar e isso para mim é um bom aluno. É fundamental, não só a parte de conteúdos, como a parte do saber-estar. (Maria, E1)

Uma vez que um bom aluno é também aquele que aprende, é de esperar que os professores tenham perspectivas de aprendizagem ligeiramente distintas e intimamente relacionadas com o perfil de bom aluno que adoptaram. Assim sendo, quando se pergunta aos professores que indicadores lhe permitem dizer que os alunos aprenderam, eles respondem:

Sobretudo quando eles conseguem aplicar em situações do dia-a-dia. (...) Porque às vezes nos testes eles reproduzem, e não significa que perceberam, simplesmente papagueiam. (Ana, E1)

Quando eles correspondem às minhas expectativas, isto é, quando respondem às perguntas que eu faço, quando põem questões às perguntas que eu faço, quando me apercebo que eles querem saber mais, que eles fazem um trabalho fora da aula crítico com capacidade para integrar algumas questões. (Luís, E1)

Sim, a atenção. Quando nós estamos na aula (...) apercebemo-nos que o aluno está a seguir. (...) Aqueles que querem responder põem logo o dedo no ar, os outros não. (...) Eu, às vezes, opto por não ir aos que põem o dedo no ar, mas eles sabem porquê, porque eu explico. Porque, ao fim de x tempo, já nos conhecemos e vou precisamente aqueles que não estão com o dedo no ar e normalmente (...) não sabem. Outros respondem, mas lá está, é a tal timidez: — Ah, não sei professora. Se calhar está mal o que eu vou dizer. E eu digo: — Não está nada mal. Vá lá, diz se faz favor. Nós estamos aqui para corrigir. (...) Por exemplo, numa ficha de trabalho (...) têm x tempo para a fazer e no final vamos corrigi-la. Na correcção, vou chamando aqueles que eu bem entendo e por aí vejo se o aluno aprendeu. (Maria, E1)

Verifica-se que os discursos da professora Ana e do professor Luís estão embebidos nas perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem, ao porem a tónica na actividade cognitiva do sujeito que aprende, neste caso, do aluno. De salientar que a professora Ana chega mesmo a criticar a visão behaviorista, dizendo que as aprendizagens resultantes de um processo de memorização nunca chegam efectivamente a ser compreendidas. Já no discurso da professora Maria são evidentes duas perspectivas de aprendizagem: a behaviorista, onde o aluno atento e concentrado apreende toda a informação veiculada pelo professor, e a construtivista onde o aluno é capaz de construir as suas aprendizagens.

Em retrospectiva, os três professores dizem implementar um conjunto diversificado de estratégias das quais se destacam: a exposição oral de conteúdos, acompanhada de questionamento; a pesquisa; o trabalho de grupo ou em díade; o trabalho experimental e outras actividades práticas. Alegam, de um modo geral, que a

selecção das estratégias tem por base os seguintes critérios: as características dos alunos a quem se dirigem e o tipo de aprendizagens que pretendem desenvolver.

Ainda que os professores Luís e Maria considerem todas as estratégias que implementam nas suas aulas igualmente importantes, pois contribuem para a concretização das aprendizagens que pretendem desenvolver nos alunos, a professora Ana valoriza o trabalho experimental pelas razões que em seguida se enunciam:

Para mim a mais importante é a actividade experimental. (...) Exactamente porque para já eles podem concretizar, muitas vezes eles podem procurar ou encontrar a resposta aos problemas que surgem no dia-a-dia. E depois eu acho que aquilo que se vive fazendo nunca mais se esquece. E muitas vezes quando não se atinge o resultado esperado é quando se aprende mais e nunca mais se esquece. (Ana, E1)

Mesmo assim, os três professores afirmam recorrer mais frequentemente a uma ou outra estratégia em particular, dados os condicionalismos a que se encontram sujeitos, como se apresenta em seguida:

Dantes era a experimental, mas agora não pode ser porque tenho um conteúdo teórico para desenvolver. Normalmente partimos de uma situação problema, quando é possível, e depois vou fornecendo os dados e eles vão tentando a partir daí encontrar respostas, interpretá-los e encontrar a solução para o problema. (...) Aplicando esta estratégia chego, muitas vezes, com eles, próximo da solução. Mas quando é necessário o trabalho, individual ou em grupo, de pesquisa, eles reclamam porque querem a resposta imediata e dizem: — Está bem. Isso é tudo muito bonito, mas diga lá, dite lá a resposta a isso [problema]. (...) Eles cansam-se muito. Não gostam muito de puxar pela cabecinha. (Ana, E1)

Eu passo sempre muito pela conversa, pela discussão dos assuntos, pela exposição de algumas coisas e pela questão. Eu faço muitas questões. Procuro que eles aprendam, questionando, e procuro muitas vezes desmembrar, chegar àquilo que é mais simples, para eles partirem do mais simples e conseguirem atingir o mais complicado. E motivo-os a fazerem a sua própria pesquisa e o seu próprio trabalho, que os levará a questionar mais e a aprender alguma coisa. (Luís, E1)

Quando inicio um conteúdo, (...) dou-lhe determinados pontos: — Vou falar disto. O conteúdo geral é isto, mas vocês sabem isto. Depois dou-lhes uma ficha de trabalho para eles irem pesquisar e chegarem lá por eles. Isso é uma maneira. Outra maneira é eu desenvolver o assunto de uma forma que (...) talvez não seja a melhor, mas é a exposição. Mas nós temos que fazer sempre uma exposição. Claro que no meio da exposição eu ponho questões. É uma das estratégias para ver se eles estão a seguir o raciocínio e se atingem as competências exigidas. (Maria, E1)

Através dos seus discursos verifica-se que os professores optam frequentemente por implementar estratégias fortemente embebidas no ensino por transmissão. Neste



sentido, colocam a ênfase no ensino dos conteúdos científicos que transmitem oralmente aos seus alunos. De salientar que durante a exposição dos assuntos dizem recorrer ao questionamento sistemático. Deste modo, esperam que os alunos possam acompanhar o seu raciocínio que, segundo o professor Luís, deverá ser orientado para a construção de quadros conceptuais integradores e globalizantes. Para além disso, os professores colocam questões aos seus alunos com o intuito de recolher várias informações que lhes permitam avaliar as aprendizagens realizadas.

No entanto, os professores têm plena consciência que a exposição oral de assuntos, ainda que necessária, não deverá ser implementada isoladamente se o objectivo for a promoção de aprendizagens significativas. Isto é enfatizado pelo professor Luís, quando justifica a necessidade de diversificar as suas estratégias:

Se eu fizer uma aula só meramente expositiva, em que eu digo tudo, eles acreditam, ou não acreditam, mas eles aprendem tudo como se fosse uma coisa fixa. Como não há nada que seja fixo nesta vida, quanto mais diferenciadas forem as estratégias melhor. (Luís, E1)

Os três professores dizem ainda estimular os seus alunos para a construção das suas próprias aprendizagens, através da promoção de um trabalho tendencialmente mais autónomo. Contudo, alegam que, por vezes, essas intenções saíam goradas dadas as características dos alunos a quem leccionam.

#### *4.3.2.1. As perspectivas sobre o trabalho experimental*

Uma vez que o conceito de trabalho experimental constitui o foco desta investigação, houve a necessidade de clarificar o significado que os três professores lhe atribuíam. Neste sentido, apresentam-se em seguida as suas respostas:

O trabalho experimental é o trabalho de laboratório. Pôr em prática mais concretamente. (...) Ora bem, é um trabalho laboratorial onde os alunos através da experimentação interiorizam conceitos, princípios, etc. E é investigação porque efectivamente para eles é uma situação inédita. À partida esperamos que seja. (Ana, E1)

Trabalho experimental é o trabalho que eles [alunos] experimentam. (...) Então, tem que haver uma experiência. [pausa longa] Tem que haver um problema, têm que haver princípios que se põem e coisas das quais se parte e depois eles têm que elaborar o protocolo, fazer um protocolo, seguir um protocolo e fazer os diferentes passos com rigor, porque senão os resultados não são fiáveis, têm que obter resultados, discutir os resultados e concluir. (Luís, E1)

Realizar uma actividade, um trabalho prático. (...) Por exemplo, agora estou a lembrar-me de uma das poucas aulas que eu vou fazer. Uma delas é sobre a mitose. É importante que os alunos façam uma aula experimental no sentido de observarem as várias etapas da mitose (...) ao microscópio óptico. (...) Eles têm que seguir o protocolo experimental que vem no manual escolar. É importante serem eles a realizar. Às vezes, nalgumas situações e por conveniência de poupança de tempo, reúnem-se à minha volta, eu vou executando e eles vêem. (Maria, E1).

Através dos seus discursos verifica-se que o trabalho experimental é um trabalho prático, isto é, uma actividade onde os alunos interagem com materiais no sentido de compreenderem o mundo que os rodeia. Ainda assim constata-se que o seu significado não é consensual. Para a professora Ana o trabalho experimental é sinónimo de trabalho laboratorial, pois consiste em actividades que, ao envolverem a manipulação de material de laboratório (microscópios, lâminas, lamelas, entre outros), ocorrem num local específico da escola - o laboratório. Para além disso, deverá traduzir-se em actividades de natureza investigativa, onde os alunos são envolvidos na resolução de um problema do quotidiano. Isto é também enfatizado pelo professor Luís, para quem o trabalho experimental apresenta uma estrutura sequencial de etapas bem definida, desde a definição do problema à obtenção de uma possível resposta. De salientar a importância que o professor Luís atribui ao enquadramento teórico prévio, pois o mesmo orientará o trabalho subsequente. Dos vários significados de trabalho experimental, o da professora Maria é o mais abrangente, ao incluir ainda as demonstrações realizadas pelo professor. Nestes casos, os alunos continuam a ser os protagonistas das suas aprendizagens ainda que não estejam activamente envolvidos em todas as etapas do trabalho experimental.

Apesar de reconhecerem a importância de um ensino experimental das ciências, os professores afirmam que realizam o trabalho experimental com pouca frequência e, por vezes, sem a qualidade desejada, como em seguida se apresenta:

Muitas vezes sou eu que simulo aquele problema que surgiu naturalmente ali e depois partimos para procurar responder a esse problema. (...) É evidente que o ideal seria que o aluno fizesse o procedimento, mas nós temos uma limitação que é o tempo. E portanto frequentemente eles partem de um procedimento que lhes é sugerido pelo livro ou que lhes é sugerido por mim. Porque, de facto, não há tempo para eles construírem o tal procedimento. (...) Por exemplo, ainda à bocadinha estávamos a falar do DNA, era giro ver o DNA. (...) Portanto na próxima aula vamos procurar isolar o DNA de um material biológico. (...) Seguem o protocolo e (...) depois, observam e discutem. A seguir farão o relatório se for caso disso. (Ana, E1)

Previamente e provavelmente houve um levantamento de questões e depois executa-se um protocolo, observam-se e registam-se os resultados durante meia hora ou menos. (...) A

seguir haverá um período de discussão dos próprios resultados e depois chegar-se-á a uma conclusão que será, ou não, resposta ao problema. Se não for a resposta terá que ser reformulado. (Luís, E1)

Nas aulas experimentais, quando as há, que são poucas porque o programa não dá para muito, normalmente tento dar-lhes o conteúdo, prepará-los para quando eles chegarem à aula prática saberem como executar o trabalho. (...) Ele é orientado. (...) Se há um trabalho que vem inserido no programa e que eu tenho que seguir aqueles passinhos todos, pois obviamente que é tudo dado. Mas, por vezes, digo: — Vamos fazer uma aula experimental diferente. Não se preocupem com relatórios. Vamos só observar. (...) Eu não queria muito fazer isto. De vez em quando queria fazer o contrário, ou seja, dizer-lhes: — Vamos partir do zero. Dou-vos um plano da aula, façam. Vão fazendo os passos todos. É só ler e fazer. E eles no fim vão descobrir qualquer coisa, chegar a qualquer conclusão. Mas isso é muito demorado. Agora posso dizer que daqui para a frente não faço mais isso. (...) Os programas, como se sabe são longos, nomeadamente o do 11º ano e o do 10º ano. (...) O que é uma pena porque se nós executássemos mais aulas experimentais aplicaríamos o ensino à descoberta que é o que se pretende. (Maria, E1)

Mediante os discursos da professora Ana e do professor Luís, pode-se dizer que o trabalho experimental mais frequentemente implementado nas suas aulas caracteriza-se por ter uma estrutura sequencial de etapas e um grau de abertura reduzido, onde os alunos se limitam a levantar questões sob orientação do professor, a executar um protocolo, a observar e discutir os resultados obtidos e a retirar algumas conclusões. Neste sentido, a professora Ana justifica-se dizendo:

A actividade experimental é muito fechada porque eles não têm bases anteriores e nós não podemos estar a iniciar a experimentação a um nível já de 9º, de 10º ou de 11º. Parte-se do princípio que isso devia ter início da sua vida de estudante. (Ana, E1)

À semelhança da professora Ana e do professor Luís, o trabalho experimental desenvolvido pela professora Maria tem como objectivo a aplicação da teoria dada previamente. Para além disso, pode contemplar várias etapas sequenciais ou limitar-se a uma simples observação, desde que sob a orientação da professora. De salientar que, contrariamente ao que diz fazer, a professora Maria acredita que a partir de um conjunto de factos observáveis e hierarquicamente observáveis, o aluno será capaz de descobrir o conhecimento teórico que daí emerge, segundo uma perspectiva de ensino por descoberta.

Segundo os professores a opção por este tipo de trabalho experimental decorre da conjugação de vários factores, como sejam: a) a imensidão de conteúdos teóricos a abordar, b) a escassez de material adequado e de espaços físicos apropriados, c) a

existência de turmas numerosas, d) a exiguidade do tempo, visto que as aulas experimentais exigem, por vezes, longos períodos de espera para a preparação do material biológico, a obtenção de resultados e a sua discussão depois do trabalho realizado. Contudo, dado que cada um lhes atribui uma ênfase diferente apresentam-se, em seguida, as suas respostas:

As limitações são sempre um número elevadíssimo de alunos para a quantidade de material de que se dispõe. (...) Material laboratorial, biológico não. Por exemplo, às vezes é o número de tubos de ensaio disponível porque estão outros colegas também a utilizá-los. (...) Muitas vezes não há tubos de ensaio, fazemos com boiões de iogurte. Portanto há limites dessa natureza. Para mim fundamentalmente é isso: número de alunos e material de laboratório disponível para esses alunos. (Ana, E1)

O primeiro é mesmo o tempo, (...) a vários níveis. Primeiro, o tempo que eu disponho para poder cumprir aquele programa que é grande demais. (...) A seguir o tempo, o tempo de fazer uma experiência. Há muitas coisas que não se podem fazer no tempo útil da aula, nem no tempo útil do período. Há coisas que demoram meses a fazer e os nossos alunos têm, além da nossa disciplina, outras disciplinas para trabalhar. E depois o material de que dispomos. Nós não temos material nas escolas e não temos porque não nos fornecem, porque metade do material que eu uso, a maior parte é comprado por mim. Mesmo assim eu faço, o que posso. (Luís, E1)

A extensão do programa. (...) Por exemplo, vamos pensar numa turma de 30 alunos, que não é para espantar, ficam turnos de 15. (...) Acaba por ser muita gente dentro de uma sala para fazer uma prática como deve ser. (...) Por vezes pode condicionar o tipo de sala porque, por exemplo, aqui normalmente nas aulas práticas tenta-se sempre distribuir os alunos por duas salas mais próximas do laboratório. Mas se há 3 pessoas ao mesmo tempo com actividades experimentais, vamos ter problemas de material e com a própria sala. (Maria, E1)

De modo a caracterizar o trabalho experimental que os professores gostariam de realizar se não estivessem sujeitos a alguns destes constrangimentos, foi-lhes pedido para descreverem uma aula que tenham gostado muito de fazer. As suas respostas apresentam-se em seguida:

Uma que me despertou um certo interesse (...) foi isolar o sistema nervoso do choco. (...) Foi muito interessante, sobretudo porque eles nunca o tinham feito e eu também não. Em certas montagens e mesmo em trabalhos de dissecação, os alunos não os fazem por imitação, ou seja, por me terem visto executá-los. Dou indicações relativamente à parte técnica, mas não a executo. É evidente que testo as técnicas previamente, mas tal não aconteceu no exemplo dado. Eu gosto muito de os pôr a fazer [risos], que sejam autónomos e que façam, que tentem, que pesquisem na situação descrita [dissecação do choco]. E se não desse certo, havia mais, eu tinha comprado um saco de chocos, de maneira que havia mais para repetir e aplicar a técnica. Fizeram a dissecação na zona correcta, isolaram, retiraram e conseguiram ver o sistema nervoso porque o choco era grandinho. Eles ficaram muito contentes com o trabalho, por terem conseguido, por terem isolado o sistema nervoso. (...) Aí não havia um procedimento. Eles tinham investigado como era constituído o choco, como era o sistema nervoso, onde é que ele estava localizado e

depois tentaram, de facto, fazer o isolamento. E depois é evidente, partiram para outras descobertas, foram para o sistema digestivo... (Ana, E1)

Foi numa turma de antigo 9º ano numa escola onde eu acumulava, era um externato particular, que não tinha muito material, mas tinha uma população escolar muito interessante. Os miúdos eram muito interessantes e as turmas não eram pequenas. Tinha para aí seis grupos, uns com quatro outros com cinco alunos. A turma devia ter quase 30 alunos. E, naquela altura, no 9º ano, fazia-se, não sei se agora se faz, mas fazia-se muito a pesquisa dos componentes nos alimentos, portanto pesquisava-se que substâncias existiam nos alimentos. E eu tinha que fazer aqueles testes todos. Tinha planeado fazer os testes para os lípidos, para os glícidos, para os prótidos, por aí a fora, para os sais minerais e tinha muito poucos reagentes. E eles tinham um protocolo que tinham de seguir. Portanto tinham que misturar isto com aquilo e aquilo com aqueloutro, e depois teriam que concluir se havia, ou não havia, aquela substância. E o que é verdade é que com apenas dois conjuntos de reagentes (...) eu consegui numa aula normal, de 50 minutos na altura, que todos os alunos fizessem os mesmos testes. Portanto, eles tinham todos um protocolo e (...) eu consegui, alterando a sequência dos testes [de grupo para grupo], que toda a gente os conseguisse fazer. (Luís, E1)

Posso recuar para os anos em que existia a disciplina de Socorrismo no 11.º ano. (...) Era uma aula em pleno, prática, em que os alunos tinham que praticar mesmo. Vamos imaginar, um indivíduo fracturou uma perna ou um braço, portanto uma parte do membro superior ou do membro inferior, e eles tinham depois que simular a colocação de talas para que a parte do membro que foi fracturada ficasse apoiada. Por exemplo, outro tema era a respiração, a ressuscitação cardiorespiratória, em que eles tinham que simular tudo. (...) Viam-me fazer e depois repetiam o que tinham observado. (...) Havia sempre uma discussão no sentido de perceberem porque é que tinha que ser daquela maneira e não de outra. (...) Gostei bastante e os alunos gostavam também. (Maria, E1)

Para a professora Ana, a aula descrita foi interessante porque, não tendo uma resposta imediata, a professora pode envolver os seus alunos numa verdadeira investigação. Deste modo, não sabendo como abordar o problema, os alunos sentiram necessidade de pesquisar informação que lhes permitisse dissecar o choco, isolar o sistema nervoso e compreender o que tinham realizado. Para além disso, verificou-se que a resposta ao problema levou a colocação de outras questões que foram sendo exploradas sob a supervisão da professora. Assim sendo, os alunos estiveram envolvidos numa actividade que, longe de ser metódica e previsível, contribuiu para que adquirissem uma melhor compreensão da natureza da ciência e para que desenvolvessem algumas competências valorizadas pelas sociedades modernas como a autonomia, o pensamento crítico e criativo e a tomada de decisões.

Quando se analisa a descrição do professor Luís, verifica-se que a aula só foi digna de menção porque, graças à resolução do problema da escassez de material, o professor conseguiu que a mesma tivesse sucesso. Contrariamente à aula descrita pela

professora Ana, os alunos limitaram-se a executar uma série de etapas definidas pelo professor.

A professora Maria refere que quer ela, quer os alunos, gostaram da aula descrita pela sua enorme componente prática. Não se trata aqui de descobrir novo conhecimento através da resolução de um problema, mas de aperfeiçoar uma técnica que poderá vir a ser útil no dia-a-dia.

Por fim, foi-lhes solicitado que descrevessem uma aula de trabalho experimental que não tivesse o êxito esperado. As suas respostas enunciam-se em seguida:

Foi na Área de Projecto com alunos do 9.º ano, em que o objectivo era mesmo eles fazerem meios de cultura para depois tentarem investigar a presença de bactérias no solo que eventualmente poderiam ser, ou não, decompositores, mas já ficariam felizes se encontrassem um microrganismo. E entreguei-lhes o protocolo dizendo: — O meio de cultura faz-se desta maneira. Têm aqui os ingredientes. Vamos fazer. (...) Não sei como é que aquilo correu, porque entretanto fui solicitada por outros que estavam a fazer outro tipo de actividade. Sei que o meio de cultura nunca solidificou, ficou sempre meio líquido. (...) As criancinhas andaram uma semana à espera que o meio solidificasse para depois fazerem a técnica da sementeira e nunca conseguiram. No final estavam desconsoladas. (...) Mas eu digo sempre: — Às vezes pode não dar certo. Se não der, repetimos. (...) Tem que ser, eles têm que se levantar do fracasso. (Ana, E1)

Era preciso pesquisar os bolores do pão e também era preciso pesquisar outros bolores e eu coloquei um pão a apodrecer no laboratório e depois todos os bolores que lá apareceram, eram todos menos aquele que eu queria encontrar porque o laboratório estava muito contaminado, estava cheio de bolores. Nós fazemos lá este mundo e o outro. Por exemplo, o resultado não foi esperado, mas a aula não foi uma desgraça porque não era aquele era outro. (...) E mais, há mais experiências, mais actividades experimentais em que o resultado não é o esperado, mas não sendo o esperado volta-se a fazer e procura-se ver, discute-se o que é que não aconteceu, por que é que foi assim. Uma coisa que eu faço sempre é dizer que (...) há sempre um resultado, há sempre uma resposta a ser dada ao resultado e é isso que interpretamos também. (Luís, E1)

Estava a dar ao 10º ano e fizemos a observação de protozoários em infusões. (...) Preparámos as infusões, obviamente com antecedência, andámos à procura da melhor para reunirmos umas populações jeitosas [risos]. Chegamos à hora e num turno de uma turma viram dois ou três [protozoários]. O turno que veio a seguir já não viu nenhum. A outra turma no outro dia também não viu nenhum protozoário. Não sei o que se passou. (...) Repara, para mim foi muito aborrecido, mas (...) apercebi-me que eles estavam divertidíssimos porque estavam à vontade no microscópio. E portanto podiam observar e tirar mais um bocadinho de uma gotinha ou mais do fundo e depois viam qualquer coisa, às vezes eram restos dos vegetais que nós tínhamos posto lá. Ainda chegaram a encontrar uns mortos, que eu já não me lembro exactamente de que tipo eram. (Maria, E1)

De acordo com os seus discursos, os trabalhos experimentais não tiveram o êxito esperado porque os três professores não obtiveram os resultados que haviam

previsto. Contudo, como é referido pelo professor Luís, tal não significou que a actividade constituiu um fracasso, uma vez que o professor conseguiu concretizar os objectivos a que se propunha e ainda explorar o erro com os seus alunos, contribuindo assim para que eles concebessem uma visão mais correcta da natureza da ciência. Já a professora Ana acredita que são necessários mais do que alguns ensaios anómalos para se refutar o conhecimento científico que possui, pelo que solicitou aos seus alunos para repetirem o trabalho efectuado. Para além disso, tentou incutir nos seus alunos que o conhecimento científico constrói-se à custa de muitos fracassos e devido à persistência dos cientistas, como explica: “Diz-se que o prémio Nobel é sempre muito transpirado, muito chorado, com muitas tentativas. Como é que íamos resolver o problema? Repetindo.” (Ana, E1)

Para a professora Maria a actividade constituiu um verdadeiro fracasso, pois a observação de protozoários para a maioria dos alunos saiu gorada. Contudo, confessa que o feedback que recebeu dos alunos foi positivo, uma vez que eles puderam aperfeiçoar a sua técnica de microscopia, através dos vários ensaios que foram protagonizando.

#### **4.3.3. Perspectivas sobre os exames nacionais**

Uma vez que este estudo pretende averiguar qual a influência dos exames nacionais na recontextualização do programa da disciplina de Biologia e Geologia no que se refere ao trabalho experimental, houve a necessidade de averiguar qual a importância que os três professores atribuíam a esse instrumento de avaliação externa. Assim sendo, verificou-se que as professoras Ana e Maria atribuem uma grande importância aos exames, pois eles condicionam a entrada dos seus alunos no ensino superior. Na realidade, os exames ao certificarem as aprendizagens dos alunos, permitirem também hierarquizá-los e seleccioná-los pelo mérito demonstrado. Já o professor Luís, vai mais longe ao afirmar que os exames motivam os alunos para o desenvolvimento de aprendizagens que são passíveis de ser avaliadas através de uma prova escrita com duração limitada, como em seguida se apresenta:

Acho que o exame serve para nivelar. Se os alunos têm que ter uma nota para entrar na faculdade ou para seguir a sua carreira de alguma maneira, o exame porá teoricamente todos nas mesmas condições. Portanto isso é uma questão de justiça. O exame tem outro factor, é pena, mas em Portugal serve para os motivar para trabalhar porque se não tiverem o exame infelizmente ficam menos motivados. (Luís, E1)

Do seu discurso sobressai ainda que os exames nacionais promovem a equidade, uma vez que colocam todos os alunos sob as mesmas condições. Contudo, esta opinião não é partilhada pelas colegas que, para além disso, levantam outras críticas a este instrumento de avaliação, como sejam: a falta de fiabilidade do teste, pois problemas psíquicos ou fisiológicos condicionam o desempenho dos alunos e a falta de validade da prova, ao avaliar uma amostra pouco representativa do currículo instituído e, por vezes, conteúdos não contemplados nos programas. As suas respostas enunciam-se em seguida:

A experiência destes anos diz-me que é necessário, embora os exames muitas vezes originem situações de injustiça. Às vezes, por exemplo, um aluno muito bem preparado tem um problema de ordem psíquica, fisiológica, não está tão bem e às vezes falha também. Agora penso é que os exames têm que respeitar os conteúdos que propõem que os professores leccionem. Não podem ser um factor de surpresa. (...) Estou a lembrar-me de uma questão que é logo uma actividade experimental, 1ª fase salvo erro, que começa com a descrição de uma experiência sobre alcoolémia, se a minha memória não falha. Aparece aqui uma técnica de anisotropia fluorescente e eu pensei logo no meu 10º A. Na altura pensei que os meus alunos quando virem isto dizem logo eu não dei isto, eu não sei fazer. (...) Eles analisam muito o trabalho experimental dos outros. Era interessante se efectivamente virássemos os alunos para a experimentação. (...) Então que não seja somente no papel e com a análise do trabalho dos outros. Que permitam fazer um bocadinho mais de experimentação, ainda que evidentemente é uma experimentação, vamos lá dizer, de trazer por casa, muito rudimentar, mas que eles coitadinhos não se limitem a analisar o que os outros fizeram. (Ana, E1)

Eu tive 12º ano durante muitos anos, corriji exames e tentei sempre preparar, o melhor possível, os meus alunos. Tinha alunos excepcionais nas aulas, (...) mas esses alunos chegam ao exame e se eu dou um 19 no final do ano, por exemplo, chegam aos exames e tiram 15 e 14. Alguma coisa está mal. O aluno estudou, o aluno mostrou durante o ano que até relaciona, que até tem um poder muito grande de encaixe e chega ao exame e falha por causa de toda a situação envolvente. O aluno é mais nervoso, é menos nervoso, preocupa-se mais, preocupa-se menos, e isso tudo vai ter repercussões. E depois chega-se ao exame e vamos falar destes do ano passado, (...) e vem aqui uma matéria muito restrita. No meu ver, em algumas situações, havia coisas muito mais interessantes a perguntar. (...) Por exemplo [indicando o texto do grupo II da prova de exame da 1ª fase], nós nunca falamos em pontes continentais. Obviamente que eles ao lerem têm obrigação de saber o que estamos a falar, mas pontes continentais não vem em lado nenhum do programa. (Maria, E1)

Focando a sua atenção nos actuais exames de Biologia e Geologia, os três professores reconhecem que os mesmos não avaliam apenas conhecimentos



científicos, mas essencialmente competências nos domínios do conhecimento (compreender conteúdos científicos), do raciocínio (capacidade de interpretar dados; de inferir resultados; de relacionar assuntos) e da comunicação (capacidade de produzir um texto escrito com um encadeamento lógico de ideias). Os professores Luís e Maria afirmam ainda que estes exames privilegiam uma visão da integrada da ciência, pois os conteúdos surgem articulados através de esquemas conceptuais relativos às duas componentes da disciplina (Biologia e Geologia). Isto é evidenciado nas suas respostas que se apresentam em seguida:

Os exames nacionais avaliam a capacidade de analisar gráficos, de inferir resultados. (...) De alguma maneira o aluno pode ter uma boa nota em Biologia sem dominar conteúdos muito específicos com os quais passou o ano passado envolvido. Por aquilo que eu sei dos colegas, (...) uma boa parte do ano foi ocupada com a meiose, a mitose, a síntese proteica e um aluno de Física bem treinadinho a analisar gráficos e a analisar dados até podia fazer um bom teste de Biologia e sem saber muita Biologia. De facto o teste é para avaliar capacidades, é verdade. Capacidades intelectuais. (...) Em algum momento também há uma perguntinha de conteúdo. Eu acho que avalia as eternas competências da compreensão, da interpretação, etc. (Ana, E1)

Tem piada porque estes [exames], que apareceram pela primeira vez o ano passado, não avaliam só conhecimentos do meu ponto de vista. E nisso eu achei piada. Avaliam outras coisas, (...) a capacidade de relacionar, de questionar. Dão, do meu ponto de vista, uma perspectiva mais aberta, mais integrada da Ciência. (...) Não é cada coisa no seu quadradinho, sem comunicação. (...) Há mesmo algumas questões em que o aluno não precisa de ter nenhum conhecimento do conteúdo da disciplina em questão para responder. Do conteúdo específico. (...) Também avaliam competências no domínio da língua. (Luís, E1)

Às vezes os textos que arranjam para os exames até englobam muita matéria, são capazes de englobar uma unidade (...) Em termos de competências eles [alunos] aqui têm que (...) relacionar, interpretar e tirar dali qualquer coisa. (...) Sempre que vem uma pergunta “explique”, eles aqui já têm que relacionar. Portanto, adquiriram o conhecimento, têm que interpretar e depois vão explicar com base na informação e no conhecimento que adquiriram. Só que na explicação, é evidente que aqueles alunos que escrevem muito bem, que têm uma facilidade nestas perguntas e têm uma organização mental, porque há alunos que são desorganizados mentalmente, eles até sabem, mas para eles é um problema porem as coisas por uma ordem. E numa explicação convém pôr por uma ordem, temos que ter um fio condutor. (...) Às vezes, também escrevem e não lêem porque não há tempo. (...) Não é muito de memorização. Têm que memorizar, mas não é chegar aqui e debitar. Isso não. (Maria, E1)

Ainda que o professor Luís não tenha qualquer opinião formada, uma vez que está pouco familiarizado com o programa da disciplina de Biologia e Geologia no que respeita a competências a desenvolver, as professoras Ana e Maria afirmam que parece haver uma correlação entre essas competências e as que são objecto de avaliação nos exames nacionais. Contudo, a professora Maria critica o programa por

ser pouco prescritivo, ou seja, por não definir o grau de profundidade em que as várias temáticas devem ser abordadas e por não contemplar, de forma clara, a operacionalização das competências a desenvolver:

Às vezes, nós estamos a dar um determinado conteúdo para os preparar para os exames e vamos ver um livro que traz sobre aquele conteúdo algo e o outro não traz. Repara, livros que foram feitos com base no mesmo programa. E nós ficamos assim baralhados. Então o que é que há a fazer? Vamos ao programa. O programa diz qualquer coisa, mas é vago. E uma editora põe de uma forma e outra editora põe de outra e agora o professor que resolva o caso. (...) Se querem que se desenvolva a competência x, o programa devia estar explícito. Para se desenvolver a competência x ou y deve fazer isto, aquilo e aqueloutro e pôr ali os pontos claros. Assim corria tudo muito melhor. (Maria, E1)

Neste contexto, a professora Ana afirma ainda que “era fundamental dar mais ênfase à parte experimental”, uma vez que algumas das competências desenvolvidas durante as actividades práticas não são objecto de avaliação nesta prova escrita.

#### **4.3.4. As práticas de trabalho experimental**

Tendo em consideração os objectivos desta investigação, foram observadas três aulas da professora Ana, três aulas do professor Luís e duas da professora Maria durante o ano lectivo 2006/2007 onde foram implementadas actividades práticas, classificadas pelos três professores de trabalhos experimentais. De salientar que, em conversa informal, os três professores referiram não haver necessidade da investigadora estar presente nas aulas que antecederiam as actividades práticas, uma vez que se destinavam ao enquadramento teórico das mesmas. Dado que cada professor tem uma maneira muito própria de perspectivar o ensino-aprendizagem faz-se, em seguida, uma caracterização individualizada das suas práticas no contexto anteriormente referido.

Nas três aulas observadas da professora Ana foram realizadas cinco actividades práticas, três das quais de natureza experimental. Essas actividades foram seleccionadas em função da sua adequação aos conteúdos programáticos e às características dos alunos, surgindo como reforço à aprendizagem e tendo como referência o manual escolar e os recursos materiais disponíveis na escola, como afirma:

Normalmente em função de cada conteúdo procurei, tendo em conta que eles tinham de ter alguma orientação e o que todos tinham de facto era o manual, eu selecionei aqueles trabalhos que tinham a vantagem de os ajudar a compreender determinados fenómenos e determinados conteúdos e evidentemente tendo em conta o material de que dispunha. (Ana, E2)

A professora Ana planificou cuidadosamente as actividades que foi implementando, ao promover um enquadramento teórico adequado, ao adaptar, por vezes, o protocolo da actividade aos recursos materiais disponíveis, ao testá-lo e ao providenciar aos alunos o material indispensável para a consecução de todas as actividades. Para além disso, fez uma boa gestão do tempo, supervisionando regularmente a actividade dos seus alunos que, deste modo, acabaram por concluir todas as tarefas atempadamente.

Todas as actividades tinham como objectivo a aplicação da teoria previamente abordada nas aulas, tal como é corroborado pela professora Ana quando afirma “que o trabalho experimental era (...) a maior parte das vezes para constatar situações que tivessem vindo a investigar” (Ana, E2). Caracterizavam-se por ter um grau de abertura reduzido, sendo muito orientadas pela professora e pelo manual escolar. A maioria apresentava uma estrutura que se traduzia na sequência: introdução teórica (no final da qual foi induzido pela professora um problema) → execução do procedimento → observação e registo dos resultados → discussão e conclusão. De destacar a actividade que consistia em averiguar qual a relação existente entre a granularidade, a porosidade e a permeabilidade, onde os alunos, para além de terem estado envolvidos na realização das etapas anteriormente mencionadas, também construíram o protocolo experimental. Segundo conversa informal com a professora Ana, o protocolo foi elaborado em grupo turma, com base em dois princípios geológicos (as areias são rochas permeáveis e a permeabilidade é devida à existência de poros ou fendas nas rochas), tendo sido posteriormente sujeito a pequenas alterações dada a ausência de certos materiais seleccionados pelos alunos. Para ilustrar o tipo de actividades frequentemente implementadas pela professora Ana apresenta-se, em seguida, um excerto da observação realizada no dia 24 de Abril de 2007:

Faltavam onze minutos para as nove horas quando, a pedido da professora, os alunos se organizaram em dois grupos, cada um com cinco elementos, para poderem dar início às restantes actividades planeadas para essa aula. Dada a escassez de material, cada grupo realizou simultaneamente diferentes actividades. Neste sentido, o objectivo de um dos grupos consistia em determinar os factores implicados nos movimentos de massa. Para isso, os alunos

dispunham, em cima da bancada, de um tabuleiro, um apoio de madeira, uma placa de acrílico e uma lata de Coca-Cola. Tendo consciência disso, os alunos começaram a fazer a montagem experimental em função da imagem que tinham no manual escolar. Contudo, ao invés de continuarem a seguir o protocolo da actividade, optaram por aguardar as orientações da professora. Na outra bancada, o segundo grupo preparava-se para determinar a relação existente entre a granularidade, a porosidade e a permeabilidade dos detritos. (...)

Entretanto, a professora Ana ia supervisionando a actividade dos grupos, observando atentamente o seu desempenho, esclarecendo as suas dúvidas, rectificando os seus erros, questionando a sua actividade e propondo novos desafios. Neste sentido, (...) quando um aluno tentou simular um tremor de terra e utilizou demasiada força sobre a placa de acrílico, a professora interveio mostrando-lhe como este devia proceder. O aluno repetiu correctamente o movimento observado. Em seguida, os alunos fizeram a mesma actividade alterando o declive do terreno, bem como, as condições de humidade, colocando a lata sobre a placa de acrílico seca ou molhada. À medida que iam fazendo os vários ensaios os alunos iam registando e discutindo os resultados obtidos.

No outro grupo, uma aluna questiona “Quanto tempo contamos?”. A professora responde: “Então não tinham decidido cinco minutos? Contam cinco minutos para os dois. O grupo começou a investigar a permeabilidade de uma amostra de areia e de pó de pedra. Enquanto a filtração decorreu outra aluna solicitou a presença da professora e perguntou-lhe: “E se, passado esse tempo, ficar no funil uma gota nós ficamos à espera que ela caia no gobelé?” Prontamente a professora respondeu “Não. Passados os cinco minutos, retiram o funil e medem a quantidade de filtrado numa proveta graduada.”

Esclarecidas as dúvidas relativamente ao procedimento, a actividade decorreu sem grandes sobressaltos. Depois de terem registado os resultados observados, os alunos constatarem, com o auxílio da professora, que quanto maior é o tamanho dos grãos, maiores são os poros entre eles e consequentemente maior é a permeabilidade que a rocha apresenta. Nessa altura a professora diz-lhes: “Agora seria curioso saber se os materiais que vocês utilizaram (areia e pó de pedra) são de natureza calcária.” Imediatamente o grupo aceita a sugestão. Depois de fazerem o teste com ácido clorídrico e de observarem efervescência em ambas as amostras, concluem que quer as areias quer o pó de pedra possuem na sua constituição calcite. Chegam mesmo a referir que, dada a intensidade da reacção, o pó de pedra é maioritariamente constituído por calcite. Às nove horas e dezassete minutos os grupos trocaram de bancadas e iniciaram a actividade em falta... (Ana, 3º Conjunto de notas)

Verificou-se ainda que para os alunos este tipo de actividades promove a busca de uma resposta certa e pré-determinada pelo professor ou manual escolar. Neste sentido, quando os resultados não correspondiam ao esperado, os alunos acabam por ficar desmotivados. Nessa altura, a professora tentava incutir-lhe que são necessários mais do que alguns ensaios anómalos para refutarem um determinado conhecimento científico que, por sua vez, se constrói à custa de fracassos e devido à persistência e à capacidade de reflexão das pessoas que fazem ciência. A título de exemplo apresenta-se um excerto da observação realizada no dia 23 de Novembro de 2006, onde a professora Ana tenta incutir nos seus alunos esta visão sobre a natureza da ciência:

Depois de concluídos todos os passos do protocolo, os alunos, à semelhança do que havia acontecido com o outro grupo, constataram que os resultados obtidos não eram os esperados. Nesta altura, a professora Ana aproveitou a oportunidade para reflectir sobre as principais causas do insucesso, sugerindo que eles deveriam repetir a actividade utilizando uma solução salina mais concentrada, pois provavelmente esta removeria mais células do epitélio bucal, permitindo a extracção de maiores quantidades de ADN dizendo: “Decididamente isto é um insucesso. Têm que se habituar ao insucesso. Utilizem agora uma solução mais agressiva.”. Os dois grupos optaram por fazê-lo depois de terem concluído a extracção do ADN das células da epiderme da cebola. (...) Depois de constatar que o ADN das células da epiderme da cebola não estava a ser visualizado, a professora advertiu o grupo para o facto dos resultados poderem não ser imediatos dizendo: “Vocês se calhar vão ter que esperar, pois ontem eu fiz um ensaio e só deu passado algum tempo.” Em seguida agitou um pouco a solução, na esperança de observar alguma alteração que se veio a manifestar pouco tempo depois. Nessa altura disse “Tomem atenção. Olhem. Não vêem aqui um filamento branco?” (...) Já próximo do final da aula, os vários grupos começaram, a pouco e pouco, a obter os resultados esperados, isto é, os filamentos brancos de ADN. À medida que isto foi acontecendo a professora, a título de conclusão, explicou aos vários grupos o que fizeram e com que objectivo. (Ana, 1º Conjunto de notas)

Apesar de supervisionar frequentemente a actividade dos vários grupos, a professora não fez qualquer registo avaliativo acerca do desempenho dos alunos. A avaliação das aprendizagens decorrentes de algumas destas actividades fez-se mediante um relatório. Estas acções estão em consonância com o seu pensamento, que se apresenta em seguida:

Sim, fazem o relatório. Também aí não só avalio, nesse caso, o êxito do trabalho, mas também a pesquisa que eles fazem para tentar explicar os resultados. No relatório em ciências eu não quero mesmo que transcrevam e são penalizados se se limitam a ir aos livros e a fazerem cópias do conteúdo científico que está relacionado, mas que depois não utilizam para interpretar os resultados. Isso eles não fazem. Já sabem que vão pesquisar e depois têm que aplicar. Depois, na prática em si, eu não os sujeito a uma avaliação da destreza manual porque coitados eles fazem quando o rei faz anos um trabalho experimental. (...) Mas em Técnicas sim, tinha uma grelha de avaliação da destreza manual, da capacidade de focar e iluminar o microscópio, da sua atitude ou do seu comportamento numa mesa, numa bancada, o tal espírito de entreajuda que é necessário num trabalho experimental. Actualmente não porque acho que era penalizá-los. Eles não fazem com frequência suficiente para (...) desenvolverem essas capacidades. (Ana, E1)

À excepção de uma actividade, realizada em grupo turma, a professora optava sempre por organizar os alunos em pequenos grupos de trabalho, a quem atribuía a responsabilidade pela consecução das várias actividades que propunha. No decorrer das aulas observadas, verificou-se ainda que alguns alunos revelavam pouca autonomia durante a realização das tarefas que lhes tinham sido atribuídas talvez por estarem pouco familiarizados com este tipo de estratégia. Esta constatação, associada à falta de tempo devido à extensão do programa e ao sentimento de insegurança que

a professora nutre em relação ao trabalho experimental de investigação, levaram-na a afastar a hipótese de o implementar, como afirma em seguida:

A maior parte deles, não tinham feito experimentação, não fizeram trabalho em laboratório, não dominavam técnicas laboratoriais, não podia portanto partir para um trabalho de investigação. Depois eu não tinha tempo para treinar essas técnicas. Existiam conteúdos que tinham que ser leccionados (...) e portanto o domínio das práticas ficou para segundo plano. Tudo era necessário ensinar-lhes e portanto não era possível fazer um trabalho orientado num sentido investigativo. Eles andavam a aprender mesmo o b à bá do trabalho em laboratório. (...) Como pô-los a fazer investigação? Gostava que me ensinassem porque eu não sei [risos]. Sem correr riscos nem nada. Podemos de facto pô-los a fazer investigação e depois chegarmos ao fim e não terem chegado a nenhuma conclusão e não termos dado também o programa. No mínimo que eles tenham conhecimento dos conteúdos. Essa é a nossa preocupação, já que não podemos fazer de outra maneira. (Ana, E2)

Contudo, apesar das actividades implementadas não serem as desejadas, apresentam, na perspectiva da professora, vantagens para os seus alunos porque eles adquirem uma melhor compreensão dos conteúdos programáticos relacionados com os fenómenos observados e desenvolvem técnicas de manuseamento de material de laboratório:

Eles fizeram relatórios sobre esses trabalhos e mesmo depois nas questões que foram postas em situação de avaliação percebia-se que os conteúdos tinham sido percebidos. Souberam explicar porque viram, porque fizeram e porque simularam no laboratório situações que ocorrem na natureza e conseguiram aprofundar, pesquisar, saber o porquê daquelas situações. (...) E se nós estamos a preparar alunos para o mercado de trabalho (...), é evidente que quanto maior for a actividade experimental, melhor para eles, melhor preparados estão. (...) Até quando eles vão para escolas superiores e eu tenho alguns alunos, do tempo em que eles tinham técnicas que, quando foram para escolas superiores (...) de produção agrícola, diziam que de facto foi muito bom o trabalho desenvolvido em laboratório, que eles sabiam trabalhar, que não tiveram dificuldades na parte experimental. Significa que aqui tinham feito alguma coisa que lhes deu as bases para depois continuarem. (Ana, E2)

À semelhança da professora Ana, verificou-se que, nas três aulas observadas do professor Luís, se realizaram cinco actividades práticas, três das quais de natureza experimental. Essas actividades foram seleccionadas em função do tempo disponível, da sua adequação aos conteúdos programáticos e aos recursos materiais disponíveis, como afirma:

A primeira fase é o programa da disciplina e depois os conteúdos e as capacidades de trabalho dos conteúdos de acordo com o material existente na escola ou que eu tinha que comprar na maior parte das vezes. E outro factor muito importante, que é o mais limitante de todos, que é o tempo. (Luís, E2)

As actividades implementadas resultaram de uma planificação cuidada, que se traduziu no providenciar aos alunos o material indispensável para a consecução de todas as actividades, no promover de um enquadramento teórico adequado e na optimização das actividades em função da sua experiência, tal como afirma o professor:

Planeei aquelas que cujo material eu tinha porque já dei a cadeira o ano passado e já (...) sabia o que resultava e não resultava. Fiz algumas variações, introduzi algumas coisas, mas tudo de acordo com as experiências anteriores e com o material que podia haver. (Luís, E2)

Neste contexto, há a salientar uma ocasião onde o professor Luís, estando preparado para a eventualidade de não obter os resultados esperados, rentabilizou os recursos existentes na escola, nomeadamente as preparações definitivas da fase mitótica, para enriquecer o trabalho dos seus alunos.

Ao permitirem a aplicação da teoria previamente abordada, tinham uma estrutura geral semelhante às aulas da professora Ana, traduzindo-se na seguinte sequência: introdução teórica (no final da qual foi induzido pelo professor um problema) → execução do procedimento → observação e registo dos resultados → discussão. A conclusão, quando se aplicava, era remetida para o relatório científico solicitado pelo professor. Para além disso, as actividades eram muito orientadas pelo professor e pelo manual escolar, caracterizando-se por terem um grau de abertura muito reduzido. Para ilustrar o tipo de actividades frequentemente implementadas pelo professor Luís apresenta-se, em seguida, um excerto da observação realizada no dia 9 de Maio de 2007:

Eram oito horas e meia, altura em que começava o primeiro tempo da manhã, quando os alunos começaram a entrar na sala e a vestir as suas batas brancas. Entretanto, e a pedido do professor Luís que reunia o material necessário para as actividades que ia implementar, os alunos começaram a ler dois protocolos existentes no manual escolar. Passados alguns minutos, o professor dá início à aula propriamente dita dizendo: “O trabalho de hoje terá três etapas. Poderemos ter que fazer algumas alterações a um protocolo, que terão de pôr no relatório. As experiências serão realizadas em grupo devido à falta de material. Primeiro um grupo vai fazer a experiência sobre a acção erosiva e de transporte de um curso de rio e o outro a que se relaciona com os movimentos de massa. Depois trocam e no final todos juntos vão determinar a permeabilidade de algumas rochas” Em seguida, o professor Luís forma os grupos de trabalho, sorteia as actividades que irão realizar primeiro e distribui pelas respectivas mesas o material necessário à consecução das mesmas. (...)

Um dos grupos tentava determinar os factores que influenciam os movimentos de massa, realizando vários ensaios e registando os resultados obtidos. Contudo, à medida que o faziam,

sentiam necessidade de confirmar o procedimento com o professor. Numa dessas ocasiões um dos elementos do grupo pergunta: “O declive não é muito acentuado?” Imediatamente o professor Luís responde: “Primeiro fazem com um declive mais baixo e só depois com um mais elevado.” Em simultâneo o professor orientava outro grupo, cujo objectivo era simular a acção erosiva e de transporte de um curso de água. (...)

Quando passavam três minutos das nove horas, o segundo termina a actividade e começa a ler o procedimento fornecido pelo professor para determinar a permeabilidade das rochas. Entretanto o grupo reúne-se em redor do professor Luís que começa por dizer: “Podemos fazer três ensaios: com areia, com pó de pedra e ainda com argila. A primeira fase é pesar 20 g do material.” Enquanto o grupo conclui essa tarefa e dá início à actividade para determinarem os factores que influenciam os movimentos de massa, o professor Luís ia supervisionando a actividade do outro grupo, que já se encontrava a simular a acção erosiva e de transporte de um curso de água. Assim sendo ia observando atentamente o seu desempenho, esclarecendo as suas dúvidas, rectificando os seus erros e questionando a sua actividade. Numa dessas ocasiões e logo após os alunos terem observado e registado os resultados obtidos, o professor pergunta: Por que é que a água ficou com essa cor? Por que é que os seixos caíram? A areia está antes da gravilha, porquê?”. Os alunos respondem correctamente às duas primeiras questões, mas face a esta última ficam ligeiramente desorientados, pelo que o professor os aconselha a observarem atentamente a montagem. Deste modo, acabam por constatar que a areia tinha ficado retida nos espaços entre a gravilha. Entretanto dão por concluída a actividade, arrumam o material e começam a explorar o protocolo fornecido pelo professor para determinar a permeabilidade das rochas, à semelhança do que o outro grupo já tinha feito... (Luís, 3º Conjunto de Notas)

De salientar que, quando os resultados não correspondiam ao esperado, o professor tentava explicar o erro e incutir nos seus alunos a ideia de que são necessários mais do que alguns ensaios anómalos para porem em causa o conhecimento científico estabelecido. A título de exemplo apresenta-se um excerto da observação realizada no dia 23 de Janeiro de 2007:

Quando um dos grupos de trabalho agita o conteúdo da proveta, de modo a conseguir visualizar o ADN das células da cebola, constata que não está a obter os resultados esperados. Nessa altura, solicita a ajuda do professor Luís que, momentos mais tarde, afirma que provavelmente já tinham agitado demasiado a proveta, pois já não conseguia observar as duas fases: a superior alcoólica e a inferior aquosa. Assim sendo, repete a montagem e, passados alguns minutos, acaba por obter os filamentos esbranquiçados de ADN que indica aos seus alunos. Imediatamente, um deles diz: “Pensava que isso era a espuma do detergente.” O professor limita-se a responder: “O detergente não reage assim.” (Luís, 2º Conjunto de notas)

Para além disso, o professor Luís optava sempre por organizar os alunos em pequenos grupos de trabalho, a quem atribuía a responsabilidade pela consecução das várias actividades que propunha. Contudo, como o professor não impunha um ritmo de trabalho regular, houve uma actividade que não foi concluída na aula em que foi iniciada.



À semelhança da professora Ana, o professor Luís supervisionou frequentemente a actividade dos vários grupos, mas não fez qualquer registo avaliativo acerca do desempenho dos alunos. A avaliação das aprendizagens decorrentes de algumas destas actividades fez-se mediante um relatório científico individual. Deste modo, constata-se que as suas acções estão em conformidade com o seu discurso que se apresenta em seguida:

Primeiro, a maior parte delas, tem depois um relatório, mas o relatório é feito em casa. (...) Eu faço sempre relatórios individuais porque acho que o trabalho é individual. Embora seja feito em grupo, cada um terá a sua perspectiva do trabalho. (...) E depois também avalio vários factores: o comportamento, a forma como eles interagem uns com os outros, a forma como manipulam o material na aula. (...) Podia dizer aqui com todas as mentiras que fazia grelhas de observação, mas não tenho paciência. Portanto como já sou velho é a minha própria sensibilidade. E ao fim de muito tempo, e não é só num dia, há várias actividades deste tipo e os alunos estão na aula comigo todos os dias. E o que é verdade é que eu tenho seis horas com eles agora por semana, não é pouco, eu conheço-os bastante bem e eles a mim. (Luís, E1)

Na perspectiva do professor Luís existem várias vantagens para os seus alunos decorrentes das actividades que implementou. Neste sentido, alega que os alunos, inclusivamente os que apresentavam mais dificuldades à disciplina, ficaram mais motivados e realizaram aprendizagens significativas acerca dos fenómenos observados, como se apresenta em seguida “Então as razões são as que são úteis para qualquer aluno quando faz um trabalho experimental: tem um contacto diferente com o assunto, interessa-se mais, percebe melhor, compreende os fenómenos porque os observa” (Luís, E2).

Ainda assim, manifesta o seu descontentamento pela enorme extensão do programa da disciplina e pela escassez de recursos materiais, alegando que ambos dificultam a promoção de um ensino experimental de qualidade. A sua resposta apresenta-se em seguida:

O programa é muito vasto. O programa do 10.º ano não se consegue dar num ano só. Tem que ficar alguma coisa para o 11.º e no 11.º o tempo é todo contado. Portanto se nós optarmos por fazer muitas actividades experimentais, das duas uma, ou não as discutimos ou não as preparamos convenientemente ou então chegamos ao fim e não temos tempo. (...) Para além disso, não há material nas escolas para a maior parte das actividades propostas nos manuais (...) e para outras que nós encontremos ou que planeemos de alguma maneira. (Luís, E2)

No que se refere à professora Maria, foram observadas duas aulas onde se realizaram duas actividades práticas de natureza não experimental. Essas actividades

foram seleccionadas a partir do manual adoptado e de outros manuais escolares em função da sua adequação aos conteúdos programáticos e às características dos alunos, bem como, do material e tempo disponíveis, como afirma:

Primeiro foram pouquíssimas e organizei da maneira como está contemplado no programa. Escolhi, juntamente com a colega que leccionava o 11º, aquelas que achámos que seriam melhores para os alunos, visto eles terem pouca prática. As fontes foram o manual adoptado e outros manuais, onde procurámos qual seria o protocolo mais fácil, mais acessível aos alunos, porque a prática que eles têm é mínima (...) Escolheu-se o mais rápido porque tínhamos teoria para dar, o programa tinha que ser cumprido. (...) E é evidente, voltando um bocadinho atrás, a que nós procuramos no manual adoptado e não adoptado também tem a ver com a disponibilidade de material. (Maria, E2)

A professora Maria planificou com algum cuidado as actividades que foi implementando, ao providenciar aos alunos o material indispensável para a sua consecução e ao promover um enquadramento teórico adequado, como afirma: “para a aula prática correr melhor, normalmente na aula anterior faço uma introdução ao assunto e alerto para diversos factores inerentes ao trabalho a desenvolver” (Maria, E2). Tal pressupõe que a professora Maria tem por hábito testar o procedimento da actividade prática a implementar para, caso seja necessário, o poder otimizar, como é corroborado pela seguinte afirmação por ela proferida: “escolhemos sempre aquilo que dá melhor para eles verem que o erro vai ser mínimo porque não temos tempo para estar a repetir tudo (Maria, E2).

As duas actividades tinham como objectivo a aplicação da teoria previamente dada nas aulas. Ao serem muito orientadas pela professora, caracterizavam-se por ter um grau de abertura muito reduzido. A actividade que consistia na observação da fase mitótica em células vegetais apresentava uma estrutura que se traduzia na sequência: introdução teórica → execução do procedimento → observação → interpretação dos resultados. Já a outra, que consistia na observação de várias amostras de rochas e de minerais, tinha uma estrutura distinta: enquadramento teórico → explicitação dos objectivos → observação das amostras e determinação de algumas das suas características → registo e interpretação. Em seguida apresenta-se um excerto da observação dessa aula realizada no dia 10 de Maio de 2007:

Tinham passado cinco minutos do tempo estipulado para o início da aula quando a professora Maria, alegando o pouco material disponível, solicitou que os alunos se organizassem em dois grupos de cinco elementos. Depois de esclarecer os objectivos da actividade, a

professora distribuiu pelos alunos uma ficha de trabalho e uma chave dicotómica sobre as rochas sedimentares e informou-os que deveriam realizar a actividade autonomamente, dizendo: “Devem ter o livro aberto na página referente à escala de Mohs para o caso de terem dúvidas. Isto já foi tudo dado.”. À medida que alguns alunos abriam o manual escolar, a professora optou por distribuir o material pelas mesas de trabalho. Assim sendo, aproximou-se do grupo das raparigas e apresentou-lhes uma colecção de minerais, bem como uma escala de Mohs para que pudessem determinar a sua dureza. (...) Em seguida, focando a atenção a escala de Mohs, perguntou: “Por que elemento da escala devem começar?” Imediatamente uma aluna respondeu: “Pelo mais duro.” Face a esta resposta a professora mencionou a razão de tal procedimento. (...)

Após ter orientado o grupo das raparigas, que imediatamente começou a trabalhar, a professora dirigiu-se ao outro grupo transportando, numa tina de plástico, várias amostras de minerais. Sob o olhar atento dos alunos, maravilhados com a beleza e singularidade de alguns dos minerais, a professora fez uma breve apresentação sobre cada um deles. Posto isto, a professora foi buscar duas amostras de rochas sedimentares para os alunos poderem utilizar a chave dicotómica que anteriormente lhes havia fornecido. Tomando consciência que um dos critérios presente na chave dicotómica para a identificação das rochas sedimentares era a existência, ou não, de alguns minerais que reagiam com os ácidos produzindo efervescência, a professora Maria foi buscar um frasco com ácido clorídrico para os alunos fazerem o teste nas amostras de rocha que tinham à sua disposição. Sob o olhar atento da professora, que lhe foi dando algumas indicações sobre o procedimento a tomar, um aluno colocou umas gotas de ácido clorídrico sobre a amostra de rocha. Imediatamente produziu-se efervescência. Este fenómeno foi observado pelo grupo com grande entusiasmo.

Em seguida a professora, como resposta a uma dúvida de um aluno, explicou como se utilizava a chave dicotómica e, segurando na outra amostra de rocha, propôs ao grupo que determinasse a sua natureza. Para isso informou-os que a natureza de uma amostra de rocha podia determinar-se de duas maneiras: fazendo o teste do ácido clorídrico e caso ocorresse efervescência então a natureza da rocha seria calcária ou bafejando e cheirando a amostra que caso emitisse um odor a argila então a sua natureza seria argilosa. À medida que a professora fazia referência a este último procedimento ia exemplificando com a amostra de rocha. Imediatamente os alunos repetiram o procedimento observado e constataram que a amostra de rocha cheirava ligeiramente a argila. Em seguida, colocaram umas gotas de ácido sobre a mesma e verificaram que não fazia efervescência. Nesta altura, a professora concluiu dizendo: “Terá uma natureza mais argilosa.” Entretanto, a professora Maria ia supervisionando a actividade do outro grupo, observando atentamente o seu desempenho e respondendo às questões que o mesmo não conseguia solucionar. À medida que iam determinando as propriedades físicas das amostras de minerais, as alunas iam registando os resultados obtidos na ficha de trabalho. (...) A professora dá por terminada a aula, distribuindo pelos alunos uma folha com a correcção da ficha que os alunos tinham preenchido e dizendo que podiam sair assim que arrumassem o material nos respectivos tabuleiros. (Maria, 2º Conjunto de notas)

Ao supervisionar regularmente a actividade dos seus alunos (ora observando atentamente o seu desempenho e rectificando eventuais erros, ora respondendo às dúvidas que iam surgindo) e ao imprimir-lhes algum ritmo de trabalho, a professora Maria acabou por contribuir para que todos os grupos concluíssem as actividades propostas em tempo útil, ainda que à custa de uma discussão pouco aprofundada do que tinham observado. Nunca fez qualquer registo avaliativo acerca do desempenho

dos alunos, nem solicitou a elaboração de um relatório científico durante as aulas observadas, contrariamente ao que havia afirmado “tem sempre que haver pelo menos um relatório individual” (Maria, E1).

No decorrer das aulas observadas, verificou-se ainda que a maioria dos alunos revelava pouca autonomia durante a realização das tarefas, aguardando sistematicamente pela orientação da professora. Segundo a professora Maria tal constatação, associada à falta de tempo devido à extensão do programa, constituiu a maior dificuldade durante a implementação das actividades, como afirma em seguida:

Uma das dificuldades tem a ver com o facto dos alunos não terem tido anteriormente aulas práticas. Para a aula prática correr bem tem que haver organização no trabalho; algo que os alunos não têm. (...) Portanto há essa dificuldade. De resto quando eles estão com atenção e eu tinha alunos na turma que seguiam as regras, com esses não há problema, seguem e vão fazendo e eu vou vendo. (...) O material aqui nesta escola não foi condicionante (...) Ao decidirmos fazer uma aula prática, porque era melhor fazermos uma ou duas do que nenhuma, tivemos que escolher actividades muito rápidas, muito simples. (...) Não sei se é certo ou errado, fizemos alguma coisa, mas isso não é o melhor porque os alunos têm que ter aulas práticas e aulas teóricas. (Maria, E2)

Contudo, apesar da professora Maria manifestar que gostaria de ter realizado outras actividades, refere que as seleccionadas para o presente ano lectivo apresentaram várias vantagens para os seus alunos: aprenderam a manusear o material de laboratório e, ao terem que articular a teoria com a prática, acabaram por desenvolver várias competências, nomeadamente nos domínios da compreensão, raciocínio e comunicação. A sua resposta apresenta-se em seguida:

Numa aula prática eles são capazes, melhor dizendo, deveriam ser capazes de relacionar assuntos porque nós vamos com uma actividade para realizar, mas entretanto há toda outra matéria que foi dada anteriormente e que tem que estar presente para poderem desenvolver essa mesma actividade. (...) Isso é algo que não se faz só na teoria, na prática também. Depois contestar se é, se não é, se está certa a aplicação de determinada teoria, ou não, e proporcionar uma pequena discussão sobre o trabalho que foi desenvolvido, mas mais do que nunca relacionar assuntos cada vez mais por causa dos exames (...) E na prática eles ganham por poderem manipular. O que é bom porque no futuro vão para uma faculdade e se tiverem que manipular material vão já com uma experiência. Por isso eram boas as técnicas laboratoriais. (Maria, E2)

#### **4.3.5. As práticas, os exames nacionais e as aprendizagens dos alunos**

Quando o que é objecto de avaliação nos exames, acaba por influenciar o que é ensinado e como é ensinado, há a necessidade de averiguar se as práticas observadas contribuíram para aprendizagens significativas e se teriam sido diferentes se os alunos dos três professores não fossem sujeitos a essa prova nacional. Neste sentido, quando se pergunta aos três se implementaram os trabalhos experimentais que gostariam, todos afirmam que, tendo um programa tão vasto para leccionar, tentaram caminhar para o ideal através do que era exequível. Contudo, se não tivessem esse e outros condicionalismos, gostariam de ter desenvolvido outro tipo de trabalho, tal como se verifica pelas suas respostas:

Quer dizer dentro do que nós temos na escola, do material de que dispomos, nem sequer nos permite sonhar em fazer este ou aqueloutro. Podia era dar uma outra orientação à actividade experimental. Por exemplo, (...) termos tempo para partir de uma situação problema, que podia ser apresentada pelo aluno ou podíamos nós provocar, e depois fazê-los sentir que há necessidade de avançar neste campo, dar solução para esse problema. (...) Portanto a partir daí surgir aquele espaço para fazer a pesquisa e investigar inclusivamente que material é que dispunham, o que era possível fazer com o que tinham (porque eventualmente no campo do sonho tudo é possível, mas na prática não), para elaborarem os próprios protocolos e tirarem as conclusões. (Ana, E2)

Gostaria de ter feito um trabalho sobre meiose, por exemplo, mas não há material, é muito difícil e é preciso fazer aquilo num certo tempo. Este ano, por exemplo, (...) gostaria de os ter posto em contacto muito maior com as amostras de rochas e de minerais que há lá na escola e não pude fazer isso porque não tive tempo. (Luís, E2)

Havia outros trabalhos interessantes mas que demoravam muito mais. (...) Todas as experiências são interessantes, mas se calhar há umas mais aliciantes para os alunos porque a matéria até pode ser muito aborrecida, a teoria, mas com aquela prática, aquele protocolo em que eles vão manipular determinado material, poderá ser muito mais interessante para os alunos compreenderem aquela matéria. (Maria, E2)

Assim sendo, e contrariamente aos seus colegas, a professora Ana gostaria de realizar trabalhos experimentais de natureza investigativa, onde os seus alunos estivessem verdadeiramente envolvidos numa resolução de problemas. Já o professor Luís, se tivesse condições para isso, optava por trabalhos complexos do ponto de vista técnico, que fossem igualmente estimulantes para ele e para os seus alunos, ou por outros mais simples, onde pudesse rentabilizar os recursos materiais que a escola tem. À semelhança do professor Luís, a professora Maria gostaria de ter implementado trabalhos que tivessem o poder de cativar os alunos para o estudo das ciências e consequentemente para o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Para além disso, os três professores alegam que, se não tivessem um programa tão vasto para cumprir dada a existência dos exames, que a sua prática pedagógica provavelmente patentearia o ensino experimental. Estas intenções decorrem das vantagens que cada um atribui ao trabalho experimental, tal como se verifica em seguida pelas suas respostas:

Eu gostaria muito de virar o programa mais para a parte experimental até porque (...) sempre considerei que a parte experimental era fundamental para eles entenderem depois a parte teórica. E portanto se eu não tivesse necessidade de cumprir um programa na íntegra, de aprofundar para os exames com o mesmo grau todos os conteúdos, eu penso que iria fazer muito mais actividades experimentais. (Ana, E2)

Podia fazer aulas experimentais de outro tipo. Podia fazer mais pesquisa. (...) Faria outros trabalhos se tivesse material. Poderia perder mais tempo a preparar e a discutir. (...) E além disso aconteceram coisas curiosas. Alunos muito fracos, que até reprovaram, no dia de fazer a prática, de fazer o trabalho experimental, manipulam muito bem as coisas, são muito interessados, participam no trabalho de forma muito mais efectiva. Portanto, poderia por aí motivar mais os alunos para outras coisas, motivá-los mesmo para estudar de outra maneira. (Luís, E2)

Eu tentava introduzir cada vez mais experiências porque os alunos adquiririam mais prática relativamente a manuseamento de material e interpretação dos resultados. A questão dos exames é que a pessoa tem que cumprir os programas. (...) Portanto, se não houvesse exames, eu apostava nas aulas práticas na mesma, se calhar fazia mais porque não estava tão aflita para cumprir o programa porque há um exame. (Maria, E2)

Ainda que sobressaia dos seus discursos que mesmo tendo realizado poucas actividades práticas e, nem sempre, as desejáveis, em prol do sucesso dos seus alunos nas provas de exame, quando são confrontados com os seus resultados às quatro primeiras questões do grupo III do exame nacional da segunda fase, verificam que, em alguns casos, os mesmos não foram muito animadores. Nesta altura, os professores Ana e Luís atribuem a grande taxa de insucesso, nomeadamente à questão 2, a dificuldades na interpretação de dados expressos em textos, ao pouco domínio da língua portuguesa e à falta de concentração. Neste sentido, o professor Luís refere que esta situação foi agravada pelo tipo de linguagem que é utilizada na prova de exame que, segundo ele, “é uma linguagem muito rebuscada” para os seus alunos (Luís, E2). Já a professora Maria, que acabou por ter a maior taxa de insucesso a esta pergunta, afirma que tal se deveu à pouca familiaridade dos alunos com o conceito de grupo de controlo. Neste contexto, reconhece a importância do trabalho experimental

que, ao permitir uma diferente abordagem do conceito poderá contribuir para a sua compreensão, pois o que os alunos vêem dificilmente esquecem, como afirma:

É o problema do controlo porque eles acabaram por não saber o que é o controlo, uma experiência controlo. Aliás, numa experiência há uma parte de controlo para se poder comparar com os resultados. Não é nada que a pessoa não tenha dito. Eu já foquei isso durante as aulas e relembro alguns aspectos do 10.º ano. Mas claro que se houvesse uma experiência em que nós fôssemos trabalhar este tipo de conceito (...) os alunos não tinham dúvidas em perceber o que é o controlo e para que serve e chegavam aqui e se calhar tinham mais facilidades e os resultados iriam ser melhores. (Maria, E2)

No que se refere ao fraco desempenho de alguns alunos na questão 4, de resposta aberta, os professores justificam-no com base em dificuldades na produção de um texto escrito com uma coerência interna, que se traduz no pouco domínio da língua portuguesa e linguagem científica e em dificuldades na compreensão e articulação dos conteúdos programáticos. Para além disso, referem a falta de motivação e de estudo, como factores limitantes do desempenho dos seus alunos. Uma vez que os três professores lhes atribuem ênfases diferentes, apresentam-se, em seguida, as suas respostas:

Bem, aqueles ali, os que considerou zero. A dificuldade dela [Bárbara] era na organização das ideias, baralhava-se, misturava tudo e via-se que ela até tinha algum conhecimento mas não era capaz de traduzir numa linguagem acessível e que se entendesse. (...) O problema desta outra aluna, no bom sentido, é semelhante ao da Bárbara. Não estava à espera que fizesse melhor porque confundia-se, baralhava-se, portanto é uma aluna fraca. (...) Naquelas onde ela não tem que organizar uma resposta, onde de facto tem algumas indicações e depois consegue no texto alguma informação, ela é capaz. Depois, quando é suposto que ela exponha e tente mostrar o que entende de um assunto, ela não é capaz. (Ana, E2)

Como o trabalho era voluntário ninguém foi obrigado a responder. Portanto alguns acabaram por não responder, não estiveram para isso. [Pausa] Pode ter sido esta a razão. Outros responderam e responderam bem. (...) Alguns também fazem muita confusão e não sabem, não dominam mesmo o assunto. Além disso eles estão habituados a estudar para um assunto e nesta altura ninguém foi avisado e portanto ninguém tinha estudado esses conteúdos. (...) O conteúdo específico que eles têm aí é um conteúdo que eu dei no princípio do ano, que é a respiração, portanto eles ainda não tinham começado a estudar para o exame, não tinham estudado esse assunto. (Luís, E2)

Falta de estudo, era logo uma. Fraco poder de relacionamento de assuntos que durante as aulas apelei para ele. (...) De vez em quando havia um ou outro, dos melhores desta turma, que dizia qualquer coisa, mas de resto nada. (...) Na maior parte das vezes, como não podia perder mais tempo, era eu que estabelecia a relação entre os conteúdos. Portanto, (...) para mim há duas questões, uma delas é o estudo por parte destes alunos, estamos a falar destes especificamente que (...) não estão motivados por qualquer razão, estão ali por estar e depois obviamente a capacidade relacionar que é baixa. Juntando uma coisa com a outra nunca pode

dar uma coisa certa. Daí este tipo de respostas. Focam um tópico, mas os outros falham ou então tentam escrever qualquer coisa mas depois não está bem feita a descrição, há falhas no discurso, e na linguagem científica até. (Maria, E2)

Tendo feito o diagnóstico das principais dificuldades dos alunos, e estando cientes que a experiência deste ano lectivo não é passível de ser repetida, os três professores reconhecem que a sua prática poderá ser otimizada de modo promover nos seus futuros alunos as aprendizagens valorizadas pelo programa e consequentemente por este tipo de prova de exame. É interessante verificar que essa optimização deveria passar pela promoção de um ensino experimental, ainda que maioritariamente não seja de natureza investigativa. Contudo, sobressai dos discursos dos professores Ana e Luís essa mesma pretensão, como resultado de um trabalho árduo e progressivo no sentido de um maior envolvimento dos seus alunos nessas mesmas actividades. As suas respostas enunciam-se em seguida:

Eu penso que o nosso grande problema nos exames nacionais, para já, será mais nos textos e na interpretação dos textos. Se eu agora fosse dar 10º e 11º o que eu iria fazer era centrar-me muito na análise de textos, na interpretação, procurar dar os conteúdos a partir de textos, “perder” algum tempo com os problemas da língua portuguesa. Isso seria uma delas. E depois na prática, com mais tempo como agora está previsto, iria tentar fazer aquilo que lhe disse. Claro que podia seleccionar algumas actividades experimentais que poderia considerar fundamentais, mas onde de facto o aluno tivesse o principal papel, nomeadamente na organização de toda a actividade (...) Eu gostaria muito de virar o programa mais para a parte experimental até porque (...) sempre considerei que a parte experimental era fundamental para eles entenderem depois a parte teórica. (Ana, E2)

Para optimizar os resultados teria que voltar a fazer mais actividades experimentais e ter mais tempo para fazer uma preparação prévia e para discutir. Tinha que os motivar para uma pesquisa, tinha que os motivar para procurar materiais para trabalhar com eles, envolvê-los mais na preparação da actividade e a seguir motivá-los e fazer relatórios de todas as actividades. Portanto uma maior insistência no trabalho antes e depois da actividade propriamente dita, é claro que com o passar do tempo, o que implicaria uma planificação mais correcta, uma análise mais correcta. (...) Claro que é sempre possível fazer outra coisa, mas a minha prática não pode mudar porque não tenho tempo. (Luís, E2)

Quando se está a falar sobre um determinado conteúdo, (...) sempre que possível, fazer a ponte para conhecimentos que eles já tenham anteriormente e forçá-los a relacioná-los. (...) Obviamente que isto só pode acontecer se o aluno estudar. Se não estuda nunca pode relacionar. Acho que isto é a base. Depois podemos acrescentar a história das práticas que poderão ajudar. (...) Claro que fazemos previamente a preparação. Não é chegar à aula “Tomem lá e façam” e acabou. Não, há uma preparação, os alunos tomam contacto com o material e dali tira-se partido. (Maria, E2)



De salientar ainda que as professoras Ana e Maria manifestam mesmo vontade de alterar as suas práticas no próximo ano lectivo, mas será que isso é o bastante para promover um ensino da Biologia e Geologia de qualidade?

## **SÍNTESE**

Da análise dos resultados relativos aos três professores verificou-se que todos reconhecem a importância do trabalho experimental em ciências, que classificaram como uma actividade prática onde os alunos interagem com materiais no sentido de compreenderem o mundo que os rodeia. Contudo, ao colocarem a ênfase no ensino dos conteúdos programáticos, afirmaram realizá-lo pouco frequentemente e, por vezes, sem a qualidade desejável, como se veio a confirmar na prática. Ainda assim, verificou-se que não há sintonia entre o pensamento dos professores Ana e Luís e a sua acção, uma vez que frequentemente falaram em actividades de natureza investigativa, onde os alunos estão envolvidos numa resolução de um problema, mas as que realizaram, inclusivamente a professora Maria, limitaram-se à aplicação da teoria previamente abordada. Neste sentido, as actividades implementadas apresentavam um grau de abertura muito reduzido, onde os alunos frequentemente se limitavam a executar um protocolo (fornecido pelo professor ou pelo manual escolar), a observar, a registar e a interpretar os resultados obtidos para poderem, a partir daí, retirar alguma conclusão. Para além de terem contribuído para uma melhor compreensão dos conteúdos programáticos relacionados com os fenómenos observados, os professores alegaram que os alunos ficaram mais motivados e desenvolveram técnicas relacionadas com o manuseamento de material de laboratório.

Com base nos seus discursos parece ser incontornável a integração da teoria e da prática no ensino da Biologia e da Geologia, o que, em geral, passa pela necessidade de reforçar a componente experimental. Contudo, alegam que as suas práticas de trabalho experimental estão condicionadas pela enorme extensão do programa da disciplina, pela escassez de recursos materiais e pela pouca familiaridade dos alunos

com este tipo de estratégias, acabando por se traduzir em actividades rápidas e muito orientadas pelo professor.

Para além disso, os três professores atribuem uma enorme importância aos exames pois, para além de motivarem os alunos para o estudo dos saberes avaliáveis por esta prova de avaliação sumativa, condicionam o acesso ao ensino superior dos que querem prosseguir os estudos. Apesar de terem reconhecido que os exames de Biologia e Geologia de 2006 não avaliavam apenas conhecimentos científicos, mas sobretudo competências, acabaram por orientar as suas práticas para leccionação dos conteúdos programáticos, alegando a necessidade de cumprimento do programa.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo inicia-se com a apresentação das conclusões da análise dos resultados em função do problema da investigação e do quadro teórico que lhe está subjacente. Em seguida apresentam-se as limitações do estudo, elaboram-se recomendações que visam otimizar a prática pedagógica dos professores e, por último, sugerem-se futuras investigações que possam contribuir para o alargamento do conhecimento nesta área em estudo.

#### **5.1. CONCLUSÕES DO ESTUDO**

Tomando consciência que o ensino das ciências não podia continuar a ser retrospectivo, isto é, a privilegiar princípios e práticas do passado que em nada contribuíam para emancipação dos jovens e cidadãos das sociedades de amanhã, o Ministério da Educação criou, no decurso da actual reforma curricular do ensino secundário, o programa da disciplina bienal de Biologia e Geologia “que assume, como finalidade, a construção de uma sólida literacia” científica (Amador e Mendes, 2001, p. 66). Para a conseguir, o programa apela a um ensino prático de natureza experimental onde o aluno tenha um papel activo na construção das suas próprias aprendizagens.

Contudo, constata-se que os professores raramente implementam o trabalho experimental nas suas aulas, aqui entendido como uma actividade prática que se destina a manipulação e controlo de variáveis (Hodson, 1988, citado por Leite, 2001), confundindo-o frequentemente com outras actividades práticas. De salientar que este encontra-se fortemente embebido no ensino por transmissão e tem como principal objectivo a aplicação da teoria. Assim sendo, os alunos efectuavam um tipo de trabalho experimental baseado na utilização de um protocolo que, com a devida excepção, era fornecido pelo professor ou pelo manual escolar adoptado. Este era constituído por uma sequência de passos precisos e pormenorizados que, quando executados com rigor, acabavam por orientar os alunos para uma resposta única e pré-

determinada. Neste contexto, quando os resultados obtidos não eram os esperados, tal devia-se frequentemente a um erro humano que era facilmente superado com a reprodução fiel das instruções patentes no protocolo experimental. Para além disso, competia ainda aos alunos observar, registar e interpretar superficialmente os resultados obtidos, com base nos conhecimentos anteriormente veiculados pelo professor ou pelo manual escolar, para, a partir deles, poderem retirar alguma conclusão. Este *modus operandi* vai ao encontro do que referem alguns autores anteriormente citados (Marques, 2005; Santos, 2002) que consideram ser esta a prática usual nas escolas portuguesas.

Ainda que este tipo de actividades do tipo “receita”, caracterizadas por um grau de abertura muito reduzido, tivessem permitido, na perspectiva dos professores, uma melhor compreensão dos fenómenos observados, o desenvolvimento de técnicas de laboratório e de uma atitude positiva face à ciência, através da motivação para as aprendizagens daí decorrentes, verifica-se que esta prática tem sido alvo de diversas críticas. Na realidade, não só impede que o aluno desenvolva um conjunto de competências indispensáveis ao bom exercício da cidadania, como sejam, o pensamento crítico, a criatividade e a tomada de decisões, como contribuem para a construção de visões distorcidas sobre a natureza da ciência e dos processos de trabalho científico (Hodson, 1996).

Como factores limitativos à realização de um trabalho experimental de qualidade os professores referiram a falta de prática dos seus alunos, devido ao facto de não estarem habituados a este tipo de estratégia de ensino-aprendizagem, a escassez de recursos materiais e principalmente de tempo para cumprir um programa tão vasto, o que está em consonância com as recentes investigações desenvolvidas neste âmbito (Marques, 2005; Santos, 2002). Neste sentido, Marques (2005) chega mesmo a considerar que o desfasamento entre o tempo disponível e o tempo necessário para a consecução das finalidades do programa acaba por constituir o maior entrave à mudança que se pretende instituir ao afirmar que:

Sem esse tempo para atribuir uma maior ênfase à utilidade dos conhecimentos para a compreensão de situações reais, correspondendo mais de perto aos interesses e necessidades dos alunos, o programa e as aulas de Biologia e Geologia, dificilmente se demarcarão de uma mera articulação associativa ou justaposta entre a teoria e a prática, em que esta funciona como

campo de aplicação daquela, numa relação hierárquica entre elas que persistirá para além do ano de estreia. (p.152)

Isto acaba por ser evidenciado neste estudo pois, apesar de reconhecerem que o programa da disciplina de Biologia e Geologia visa contribuir para o desenvolvimento de competências em vários domínios, ao mostrarem a preocupação em abordar todos os conteúdos nele contemplados, com igual grau de profundidade, acabam por perpetuar práticas de ensino que enfatizam os conteúdos em detrimento das competências que, através deles, se exige que os alunos manifestem.

Este estudo mostrou ainda que os professores atribuem uma enorme importância aos exames nacionais pois acabam por condicionar, directa ou indirectamente, futuro dos seus alunos, quer queiram prosseguir os estudos, quer optem por ingressar no mercado de trabalho. Reconhecem que os exames de Biologia e Geologia, à semelhança do programa que pretendem avaliar, apresentam um elevado nível de exigência conceptual, pois promovem a integração dos diferentes conteúdos das duas componentes da disciplina (Biologia e Geologia) e apelam a uma variedade de competências, sobretudo nos domínios do conhecimento, raciocínio e comunicação. Contudo, dado que as provas são escritas e de duração limitada, acabam por não avaliar uma amostra representativa do mesmo. Neste sentido, uma professora chega mesmo a alegar que, se o objectivo é promover o ensino prático de natureza experimental, então há que dar mais ênfase ao trabalho experimental que, desde modo não se deve limitar a interpretação do trabalho desenvolvido por outros. Esta constatação, associada à grande quantidade de conteúdos programáticos que os professores teimam em evidenciar na sua prática lectiva, poderá contribuir para que apostem cada vez menos no trabalho experimental, para já não falar de um com qualidade, alegando a morosidade de todo o processo. Contudo, se o seu objectivo é preparar os alunos para o exame, contribuindo para o seu sucesso educativo, eles não poderão viver alienados do trabalho experimental, uma vez que alguns itens da prova de exame permitem avaliar competências associadas a um ensino dessa natureza. Assim sendo, sobressai deste estudo a ideia de que:

Não basta escrever documentos coerentes e dá-los aos professores dizendo “Façam isto”. As inovações necessitam de ser criadas com os outros, explicadas, discutidas e seguidas de modo a reorientar e corrigir o que está a acontecer na prática. (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2007, p.248)

## **5.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Esta investigação apresenta algumas limitações que decorrem principalmente da metodologia utilizada. Assim sendo, é possível que, durante as observações e as entrevistas, tenha ocorrido o efeito de espião, ainda que a investigadora tenha tentado estabelecer um clima agradável e de confiança mútua com os participantes. Tal situação contribuiu para um ligeiro enviesamento nos resultados obtidos, que nem a triangulação metodológica conseguiu superar. Para além disso, ao caber unicamente à investigadora a recolha, a leitura, o tratamento e a análise dos dados, criaram-se também alguns enviesamentos resultantes da subjectividade inerente a estes processos.

Por fim, o estudo foi realizado com um número reduzido de participantes, constituindo uma população por conveniência, o que impossibilita a generalização dos resultados obtidos. Contudo, é importante não esquecer que o objectivo último desta investigação é poder suscitar a reflexão sobre a influência dos exames na implementação de trabalho experimental de qualidade.

## **5.3. RECOMENDAÇÕES**

De acordo com os resultados obtidos neste estudo e com a revisão de literatura há um desfasamento entre as necessidades de formação e o tipo de resposta frequentemente dado pelo Ministério da Educação, tal como havia sido evidenciado por Moraes (2006). Na realidade verifica-se que ao invés de contribuírem para um ensino experimental de qualidade, as acções de formação acabam por perpetuar práticas de ensino muito marcadas pelo cunho do professor, onde o aluno se limita a desempenhar o papel de um mero técnico de laboratório. Assim sendo, urge a criação de uma oferta formativa que valorize a relação dialéctica entre a teoria e a prática e que permita aos professores o desenvolvimento das competências que desejam promover nos seus alunos, mas que não sabem bem como. Segundo Marques (2005) será uma formação:

baseada em actividades diversificadas (intelectuais e práticas, envolvendo a manipulação, observação e reflexão), suficientemente longa, onde os professores poderão trabalhar a um ritmo variável e pessoal, assimilar mais facilmente novos conhecimentos, aplicar um renovado saber na prática lectiva e esclarecer as eventuais dúvidas (p. 153)

#### **5.4. SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES**

Deste estudo emergem algumas questões que justificam a realização de futuras investigações que ajudem a clarificar que currículo está efectivamente a ser implementado nas escolas e, sobretudo, de que modo o programa de Biologia e Geologia pode criar condições para um ensino experimental de qualidade. Neste sentido, seria interessante verificar se as práticas de professores, pouco experientes, mas com uma formação inicial alicerçada nas novas tendências do ensino das ciências, seriam díspares das observadas neste estudo.

Para além disso, seria benéfico estudar como os professores, que frequentemente promovem um ensino experimental das ciências e estão envolvidos em projectos de investigação com os seus alunos, contribuem para o sucesso dos seus alunos nas actuais provas de exame.

Seria ainda conveniente realizar uma investigação longitudinal, ao longo dos dois anos em que é leccionada a disciplina de Biologia e Geologia, de modo a verificar se ocorre o desenvolvimento das competências valorizadas pelo programa após a implementação de uma diversidade de trabalhos experimentais caracterizados por terem um grau de abertura cada vez maior.

Por fim e já que os manuais escolares de Biologia e Geologia são frequentemente utilizados para a planificação dos trabalhos experimentais a implementar nas aulas, uma vez que constituem um recurso acessível a todos os alunos, seria interessante fazer uma análise das propostas apresentadas pelos diversos autores tendo por base o programa instituído no sentido de optimizá-las e assim se poder caminhar rumo a um ensino de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, P. & Adler, P. (1998). Observational techniques. In N. Denzin & Y. Lincoln (Ed.), *Collecting and interpreting qualitative materials* (pp. 79-109). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Afonso, A. & Leite, L. (2000). Concepções de futuros professores de ciências Físico-Químicas sobre a utilização de actividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13 (001), Braga: Universidade do Minho.
- Aikenhead, G. (2002). *Renegotiating the culture of school science: scientific literacy for an informed public*. Obtido em 6 de Julho de 2008, em <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/portugal.htm>
- Albarelo, L.; Digneffe, F.; Hiernaux, J.; Maroy, C.; Ruquoy, D. & Saint-Georges, P. (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Almeida, A. M. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: Emergência de uma nova concepção. In A. Veríssimo, A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Coord.), *(Re)pensar o ensino das ciências* (pp. 51-73). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Amador, F. & Mendes, A. (Coord.) (2001). *Programa de Biologia e Geologia, 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Amador, F. & Mendes, A. (Coord.) (2003). *Programa de Biologia e Geologia, 11º ou 12º anos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1989). *Science for all Americans. Project 2061*. Obtido em 20 de Junho de 2008, de <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- Bardin, L. (2004). *Análise de Conteúdo* (3ª ed.). Lisboa: Edições 70.
- Bell, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação: Um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação* (1ª ed.). Lisboa: Gradiva.
- Bennett, J.; Holman, J.; Lubben, F. ; Nicolson, P. & Prior, C. (2002). *Science in Context: The SALTERS Approach*. Comunicação apresentada no 2<sup>nd</sup> International Science Education Symposium subordinado ao tema “Context based science curricula” no Leibniz-Institute for Science Education at the University of Kiel, Germany. Obtido



em 6 de Julho de 2008, de [http://www.ipn.uni-kiel.de/chik\\_symposium/sites/index.htm](http://www.ipn.uni-kiel.de/chik_symposium/sites/index.htm)

- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A. (2007). Educação em ciência: que fazer? In M. Miguéns, *Ciência e educação em ciência* (pp. 239-249). Lisboa: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação.
- Caraça, J. (2007). Ciência e educação em ciência ou como ensinar hoje a aprender ciência. In M. Miguéns, *Ciência e educação em ciência* (pp. 29-37). Lisboa: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação.
- Chagas, I. (2000). *Literacia científica. O grande desafio para a escola*. Obtido em 20 de Junho de 2008, de <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/ticc/literacia%20cientifica.pdf>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2005). *Research methods in education* (5<sup>th</sup> ed.). London: RoutledgeFalmer.
- DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education: implication for practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Decreto-Lei n.º 74/2004, Diário da República, I Série-A, de 26 de Março, 1931-1942.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (1998). Entering the field of qualitative research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Ed.), *Collecting and interpreting qualitative materials* (pp. 1-34). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (2005). The discipline and practice of qualitative research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Ed.), *The Sage handbook of qualitative research* (3<sup>th</sup> ed.) (pp. 1-32). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

- DES (Departamento do Ensino Secundário) (2000). *Revisão curricular do ensino secundário: Cursos gerais e cursos tecnológicos – I*. Obtido em 18 Outubro de 2006, de <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/vdt/reforma/documentos/DES%20Revisao%20curricular%20no%20ensino%20secundario.pdf>
- DES (Departamento do Ensino Secundário) (2003). *Reforma do ensino secundário: documento orientador da revisão curricular do ensino secundário*. Obtido em 18 de Outubro de 2006, de <http://www.dgidc.min-edu.pt/public/reformsec/rev-curdef10.pdf>
- Díaz, M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 1(2). Obtido em 6 de Julho de 2008, de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art1.pdf>
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien, (Ed.), *Children's ideas in science* (pp. 1-9). Philadelphia, PA: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Duffy, B. (1997). Análise de dados documentais. In J. Bell, *Como realizar um projecto de investigação: Um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação* (1ª ed.) (pp. 90-98). Lisboa: Gradiva.
- Fernandes, D. (1991). Notas sobre os paradigmas da investigação em educação. *Noesis* (18), 64-66.
- Fernandes, P. & Leite, C. (2002). *Avaliação das aprendizagens dos alunos. Novos contextos, novas práticas*. Porto: Edições Asa.
- Fernandes, D. (2005). *Avaliação das aprendizagens: desafios às teorias, práticas e políticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Fontana, A. & Frey, J. (1998). Interviewing: the art of science. In N. Denzin & Y. Lincoln (Ed.), *Collecting and interpreting qualitative materials* (pp. 47-78). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Galvão, C. (Coord.) (2001). *Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo)*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C. (2002). O Ensino das Ciências Físicas e Naturais no Contexto de Reorganização Curricular. *Boletim da APPBG*, 17, 7-15.

- Galvão, C. (2005). Educação em ciência: das políticas educativas à implementação do currículo. *Actas do X Encontro Nacional de Ensino das Ciências*. Lisboa: Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Galvão, C. & Freire, A. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão e R. Vieira (Org.). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 31 – 38). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Galvão, C.; Reis, P.; Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências. Sugestões para professores dos ensinos básico e secundário*. Lisboa: Edições Asa.
- Galvão, C.; Reis, P.; Freire, A. & Oliveira, T. (2007). Science curriculum in Portugal: from the development to the evaluation of students' competences. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Eds.), *Making it comparable: standards in science education* (pp. 237-253). Münster, Germany: Waxmann Verlag GmbH.
- GAVE (Gabinete de avaliação educacional) (2006a). *Prova de exame de Biologia e Geologia, 1ª fase*. Lisboa: Ministério da Educação. Obtido em 15 de Setembro de 2007, de [http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=81&fileName=pe702fase1v1\\_2006.pdf](http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=81&fileName=pe702fase1v1_2006.pdf)
- GAVE (Gabinete de avaliação educacional) (2006b). *Prova de exame de Biologia e Geologia, 2ª fase*. Lisboa: Ministério da Educação. Obtido em 15 de Setembro de 2007, de [http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=81&fileName=pe702fase2v1\\_2006.pdf](http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=81&fileName=pe702fase2v1_2006.pdf)
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science. Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.

- Hodson, D. (2005). *What is scientific literacy and why do we need it*. Obtido em 16 de Janeiro de 2008, de <http://www.mun.ca/educ/faculty/mwatch/fall05/hodson.htm>
- Hurd, P. (2002). Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 3-9.
- Informação n.º 3/2005, de 18 de Janeiro. Obtido em 18 de Outubro de 2006, de [http://www.gave.pt/infoexame/2005/esnovo/infoexame\\_biogeo\\_03\\_esnovo.pdf](http://www.gave.pt/infoexame/2005/esnovo/infoexame_biogeo_03_esnovo.pdf)
- Kellaghan, T & Madaus, G. (2003). External (Public) Examinations. In T. Kellaghan & D. Stufflebeam (Eds.), *International Handbook of Educational Evaluation* (pp. 577-600). Dordrecht, Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Leal, L. (1997). Exames: uma via a prosseguir? *Educação e Matemática*, 43, 5-12.
- Lei n.º 46/86, Diário da Republica, I Série-A, de 14 de Outubro, 3067-3081.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Org.), *Cadernos didácticos de ciências: Volume 1* (pp. 79- 97). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Lopes, A. (2003). *Projecto de gestão flexível do currículo – Os professores num processo de mudança*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Lunetta, V. (1991). Actividades práticas no ensino das ciências. *Revista da Educação*, 2(1), 81-91.
- Lunetta, V.; Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 393-441). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Machado, C. (2004). *Actividades práticas e literacia científica. Um estudo com alunos do 5º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Marques, L. (2002). *Formação contínua de professores: Bases para o ensino laboratorial da Biologia*. Tese de doutoramento não publicada. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Marques, M. (2005). O ensino laboratorial das ciências naturais pós-revisão curricular do ensino secundário: Que implicações? *Revista da Educação*, 13(1), 133-154.

- Martins, I. (1999). Literacia científica: dos mitos às propostas. Comunicação apresentada no VII Encontro Nacional de Educação em Ciências na Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve. Obtido em 6 de Julho de 2008, de <http://www2.dte.ua.pt/leduc/documentos/literacia.pdf>
- Martins, I. (2002a). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2). Obtido em 6 de Julho de 2008, de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>
- Martins, I. (2002b). *Educação e Educação em Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Martins, I. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Lição apresentada para provas de agregação em educação. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Matos, M., & Morais, A. M. (2004). Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: Teorias e práticas dos professores. *Revista de Educação*, 12(2), 75-93
- Miguéns, M. (1991). Actividades práticas na educação em ciência: Que modalidades? *Aprender*, 14, 39-44.
- Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In S. Amos & R. Boohan, *Teaching Science in secondary schools* (pp. 113-127). London: RoutledgeFalmer.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Obtido em 18 de Outubro de 2006, de [http://www7.nationalacademies.org/bo-se/robin\\_millar\\_final\\_paper](http://www7.nationalacademies.org/bo-se/robin_millar_final_paper)
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. London: King's College London.
- Morais, A. (2006, 22 de Maio). Educação em ciências experimentais sem trabalho experimental. *Público*, p. 6.
- Morais, R. & Mancuso, R. (2004). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí, RS: Editora Unijuí.
- NRC (National Research Council) (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (2002). *Sample tasks from PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD Publications.
- Osborne, J. (2000). A educação científica na sociedade de hoje: dificuldades, questões e dilemas. Obtido em 6 de Julho de 2008, em [http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/26\\_2-3/artigo2.pdf](http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/26_2-3/artigo2.pdf)
- Perrenoud, P. (1999). Construir as competências desde a escola. Porto Alegre, Brasil: Editora Artes Médicas Sul Ltda. (Trabalho original em francês publicado em 1997)
- Pinto, J. (2002). A avaliação pedagógica numa organização curricular centrada no desenvolvimento de competências. Obtido em 15 de Maio de 2006, de <http://www.deb.min-edu.pt/revista4/avaliacaopedagogica/avalipedagogica>
- Pinto-Ferreira, C.; Serrão, A. & Padinha, L. (2007). *PISA 2006 – Competências científicas dos alunos portugueses*. Obtido em 17 de Agosto de 2008, em [http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=156&fileName=relatorioPI-SA-2006\\_versao1\\_rec.pdf](http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=156&fileName=relatorioPI-SA-2006_versao1_rec.pdf)
- Praia, J. & Cachapuz, A. (2005). Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. *Revista CTS*, 2(6), 173-194.
- Portaria n.º 550-D/2004, Diário da República, I Série-B, de 21 de Maio, 3254(38) -3254 (49).
- Reis, P. (1996). O trabalho de laboratório na aprendizagem e avaliação em ciências. *Noesis*, 38, 48-50.
- Reis, P. (2006). *Ciência e educação: que relação?* Obtido em 5 de Julho de 2008, de <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/C11%281%29.pdf>
- Roldão, M. (1999). *Gestão curricular – fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica. Obtido em 11 de Junho de 2008, em <http://www.dgidec.min-edu.pt/fichdown/gescur.pdf>
- Roldão, M. (2003). *Gestão do currículo e avaliação de competências: as questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.
- Santos, M. & Oliveira, M. (2000). Ensino das ciências e formação de professores: A realização de trabalho experimental de investigação. In J. Rosa, C. Ramos, M. Alves & A. Almeida (Eds.), *ANAIS 1 – Educação e Desenvolvimento* (pp. 99-107).

Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unidade de Investigação Educação e Desenvolvimento (UIED).

Santos, M. & Oliveira, M. (2002). Trabalho experimental em Biologia: A realização de três investigações numa turma de 12º ano. In J. Rosa, A. Pires & M. Couceiro (Eds.), *ANAIS 3 – Educação e Desenvolvimento* (pp. 107-119). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unidade de Investigação Educação e Desenvolvimento (UIED).

Santos, M. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.

Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) (1999). *Ciência para o século XXI – Um novo compromisso*. Obtido em 6 de Julho de 2008, de [http://www.unesco.pt/cgi-bin/ciencia/docs/cie\\_doc.php?idd=26](http://www.unesco.pt/cgi-bin/ciencia/docs/cie_doc.php?idd=26)

Urbano, J. (2007). A educação em ciência: situação e perspectivas In M. Miguéns, *Ciência e educação em ciência* (pp. 125-131). Lisboa: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação.

Woolnough, B. E. (1997). Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, 78(285), 67-72.

**APÊNDICE 1. GUIÃO DA PRIMEIRA ENTREVISTA.**

<b>Objectivos</b>	<b>Temas para questões</b>	<b>Observações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Legitimar a entrevista</li> <li>– Motivar o entrevistado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Apresentar o tema do trabalho.</li> <li>– Reafirmar a confidencialidade e anonimato do estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Responder com clareza às perguntas do entrevistado.</li> <li>– Pedir autorização para a utilização do gravador.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Caracterizar o entrevistado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qual é a sua formação académica?</li> <li>– Há quantos anos desempenha a profissão docente?</li> <li>– Há quanto tempo lecciona ao ensino secundário?</li> <li>– Já leccionou Ciências ao 11.º ano de escolaridade, ainda que segundo os moldes dos antigos programas?</li> <li>– Que cargos desempenha actualmente na escola?</li> <li>– Tem frequentado acções de formação?</li> <li>– Caracterize o tipo de acções de formação que tem frequentado nos últimos 5 anos?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tentar criar um clima de empatia com o entrevistado.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar a prática pedagógica do entrevistado.</li> <li>- Identificar as perspectivas de ensino e aprendizagem que o entrevistado possui.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O que é para si um(a) bom(boa) aluno(a)?</li> <li>- Que indicadores lhe permitem dizer que os alunos aprenderam?</li> <li>- A que tipo de estratégias de ensino-aprendizagem recorre para desenvolver nos alunos as competências actualmente valorizadas nos programas? Dê um exemplo da estratégia a que frequentemente recorre nas suas aulas.</li> <li>- Qual o grau de importância que atribui às estratégias de ensino-aprendizagem na preparação científica dos seus alunos? Porquê?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentar que o entrevistado descreva e reflita sobre a sua prática docente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar a perspectiva de trabalho experimental que o entrevistado possui.</li> <li>- Compreender o papel atribuído ao trabalho experimental.</li> <li>- Averiguar qual o nível de exigência do trabalho experimental frequentemente implementado.</li> <li>- Identificar a perspectiva de ciência que o entrevistado possui.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O que entende por trabalho experimental? Exemplifique.</li> <li>- Caracterize as aulas de trabalho experimental mais frequentes?</li> <li>- Descreva uma aula de trabalho experimental que lhe tenha dado gosto fazer. E descreva uma aula de trabalho experimental onde não tenha tido o êxito esperado.</li> <li>- Como é que avaliava o desempenho dos seus alunos nas aulas de trabalho experimental?</li> <li>- Existem factores que limitem ou condicionem a realização do trabalho experimental? Quais?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentar que o entrevistado descreva, problematize, infira causas.</li> <li>- Solicitar ao entrevistado documentos de actividades que tenham implementado.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer o papel atribuído aos exames nacionais.</li> <li>- Averiguar como as questões das provas de exame condicionam o tipo de competências que podem ser avaliadas.</li> </ul>	<p>Estes exames nacionais de Biologia e Geologia constituem um modelo de provas realizadas no final do 11º ano de escolaridade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual o grau de importância que atribui aos exames nacionais? Porquê?</li> <li>- Que competências pensa que os exames nacionais avaliam?</li> <li>- Como é que os exames nacionais avaliam as competências patentes no programa da disciplina de Biologia e Geologia?</li> <li>- Considerando as quatro primeiras questões do grupo III da prova aplicada na 2ª fase: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que competências os alunos têm que ter para conseguirem responder a estas questões?</li> <li>- Que relação estabelece entre as competências aqui mobilizadas e as que os seus alunos costumam desenvolver através das questões que lhes coloca?</li> </ul> </li> <li>- E se o enfoque for na questão 6 do grupo III da prova aplicada na 1ª fase: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que competências os alunos têm que ter para conseguirem responder a esta questão?</li> <li>- Que relação estabelece entre as competências aqui mobilizadas e as que os seus alunos costumam desenvolver através das questões que lhes coloca?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar ao entrevistado os dois exames de Biologia e Geologia de 2006 para que os possa analisar.</li> <li>- Tentar que o entrevistado descreva, reflecta sobre as suas acções e concepções.</li> </ul>
--	--	---

## APÊNDICE 2. GRELHA DE REGISTOS DE OBSERVAÇÃO

### **Identificação:**

Escola Secundária: \_\_\_\_\_ Professor observado: \_\_\_\_\_

Local da escola: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_ Número de aulas observadas: \_\_\_\_

### **Registos:**

Tema do trabalho experimental: \_\_\_\_\_

Tempo	Ocorrências	Comentários/ Observações do Observador

### APÊNDICE 3. GUIÃO DA SEGUNDA ENTREVISTA.

Objectivos	Temas para questões	Observações
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Legitimar a entrevista</li> <li>– Motivar o entrevistado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Apresentar o tema do trabalho.</li> <li>– Reafirmar a confidencialidade e anonimato do estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Responder com clareza às perguntas do entrevistado.</li> <li>– Pedir autorização para a utilização do gravador.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Compreender como os exames influenciam a escolha das modalidades de trabalho experimental.</li> <li>– Averiguar quais as dificuldades e vantagens que os professores sentem quando implementam o trabalho experimental?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Como organizou as actividades experimentais?</li> <li>– Que dificuldades sentiu este ano lectivo na implementação do trabalho experimental?</li> <li>– Quais as vantagens para os alunos resultantes da implementação do trabalho experimental?</li> <li>– Os trabalhos experimentais seleccionados foram alterados com a existência de exames nacionais ou foram aqueles que gostaria de fazer? Dê exemplos que permitam ilustrar essas mudanças.</li> <li>– Se não existissem os exames nacionais, o que mudaria na sua prática pedagógica? Porquê?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tentar que o entrevistado descreva, problematize, infira causas e consequências da sua prática docente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Caracterizar a prática pedagógica do entrevistado.</li> </ul>	<p>Após a análise dos resultados obtidos pelos seus alunos às quatro primeiras questões do grupo III do exame nacional da segunda fase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Como explica a grande taxa de insucesso na questão 2?</li> <li>– O que poderá estar por detrás do fraco desempenho dos alunos na questão 4?</li> <li>– Como é que a sua prática poderia otimizar estes resultados?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tentar que o entrevistado infira causas e consequências sobre o desempenho dos alunos quando sujeitos a questões do exame nacional.</li> </ul>